

Mechanizmy typu *fault tolerance* w multimedialnym systemie konferencyjnym STIAR

Zbigniew SUSKI¹, Wojciech SULEJ²

STRESZCZENIE: W artykule przedstawiono wyniki prac nad podsystemem diagnostyki i rekonfiguracji multimedialnego systemu telekonferencyjnego STIAR. Przedstawiono podstawowe dokumenty z poszczególnych faz cyklu rozwojowego. Pełna dokumentacja została zamieszczona w [2].

1. Specyfikacja wymagań

1.1. Podstawowe potrzeby i charakterystyka celu przedsięwzięcia

Zasadniczą przyczyną leżącą u podstaw zainicjowania przedsięwzięcia pod nazwą „Projekt podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji systemu telekonferencyjnego STIAR” było zapotrzebowanie na podsystem umożliwiający monitorowanie stanu istniejącego już systemu telekonferencyjnego STIAR i podejmowanie odpowiednich działań w przypadku stwierdzenia jego nieprawidłowego działania. Jego zadaniem jest rozszerzenie funkcjonalności systemu telekonferencyjnego STIAR o elementy związane z bezpieczną i bezawaryjną pracą. Mechanizmy tego typu zaliczamy do klasy *fault tolerance*.

System telekonferencyjny STIAR z dołączonym projektowanym podsystemem diagnostyki i rekonfiguracji posłuży do przeprowadzenia badań w zakresie technik i metod budowy oprogramowania systemów wspomagania kierowania z multimedialnym interfejsem użytkownika. Jest to podstawowy cel budowy systemu STIAR. Specyfikacja wymagań dla systemu została opublikowana w [1]. Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji

¹ Zakład Teleinformatyki, Instytut Automatyki i Robotyki WAT, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa.
Wydział Nauk Komputerowych Prywatna Wyższa Szkoła Businessu i Administracji, ul. Bobrowiecka 9,
00-728 Warszawa.

² Wydział Cybernetyki WAT, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa.

umożliwi prowadzenie badań w zakresie różnych metod i technik diagnozowania i rekonfigurowania systemów rozproszonych.

Dostępne na rynku systemy telekonferencyjne są w tej chwili systemami zamkniętymi, tzn. nie umożliwiają rozszerzania przez użytkownika zakresu ich funkcjonalności. Duża część tych systemów nie zawiera żadnych podsystemów diagnostycznych. W innych przeważnie narzucone zostały protokoły diagnostyczne i sposoby testowania poszczególnych stanowisk, co uniemożliwia przeprowadzenie badań nad skutecznością i efektywnością metod diagnostycznych i rekonfiguracyjnych w celu wybrania optymalnych architektur i sposobów testowania.

Funkcjonujące na rynku multimedialne systemy konferencyjne są w większości implementowane na jednej platformie sprzętowo-programowej. To również z perspektywy badań, które mają zostać przeprowadzone jest nie do przyjęcia. Proponowany podsystem ma być z założenia systemem heterogenicznym.

System telekonferencyjny STIAR jest systemem umożliwiającym zainicjowanie i obsługę telekonferencji. Telekonferencja polega na wymianie informacji multimedialnej, takiej jak obraz, dźwięk, dane z planszetu, tekst, w czasie rzeczywistym pomiędzy stanowiskami połączonymi siecią komputerową. Stanowiskiem nazywany jest komputer, na którym działa, tzn. został uruchomiony system telekonferencyjny STIAR. Systemy pracujące na różnych stanowiskach współpracują ze sobą wymieniając informacje poprzez sieć komputerową i w ten sposób tworzą rozproszony system multimedialny.

System telekonferencyjny STIAR pracujący na danym stanowisku zarządza przebiegiem konferencji poprzez obsługę poleceń systemowych wydawanych przez użytkownika systemu. Informacje multimedialne pobierane są z wyposażenia audiowizualnego stanowiska i sieci, czyli innych stanowisk. System przetwarza uzyskane informacje na postać, która zapewnia możliwość przesyłania jej w sieci oraz na postać, która zapewni czytelny i zrozumiały odbiór przez użytkownika lokalnego. System telekonferencyjny STIAR składa się z kilku podsystemów pracujących niezależnie, które obsługują poszczególne kanały związane z przepływem danych administracyjnych i konferencyjnych.

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji obsługuje przepływ informacji diagnostycznej dotyczącej systemu telekonferencyjnego STIAR. Jego zadaniem jest zapewnienie poprawnego działania wszystkich pozostałych podsystemów. W związku z tym, że podsystem diagnostyki i rekonfiguracji wykonuje zadania usługowe dla systemu

telekonferencyjnego STIAR, musi on być uruchamiany razem z systemem STIAR i działać na wszystkich stanowiskach, na których pracuje system telekonferencyjny STIAR. Powinien on również współpracować z innymi instancjami podsystemu diagnostycznego

1.2. Wymagania dotyczące rozwiązania

1.2.1. Wymagania funkcjonalne

Dla osiągnięcia celów postawionych i opisanych w rozdziale 1.1. podczas projektowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji systemu telekonferencyjnego STIAR należało wziąć pod uwagę i zaspokoić wymienione poniżej wymagania funkcjonalne.

A. Diagnostowanie systemu roboczego³

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien zapewnić⁴ samoczynne⁵ i manualne⁶ diagnostowanie działania systemu roboczego pracującego na tym samym stanowisku, na którym pracuje podsystem, a także systemów roboczych funkcjonujących na innych stanowiskach wchodzących w skład systemu wielostanowiskowego. Diagnostowanie to powinno obejmować:

- wykrywanie czy na stanowisku, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji został także uruchomiony system roboczy,
- wykrywanie braku podsystemów systemu roboczego, które powinny być uruchomione,

³ W dalszej części artykułu przez *system roboczy* rozumiemy system nadzorowany. Początkowo zakładano, że będzie to system konferencyjny STIAR. Jednak później postanowiliśmy projekt prowadzić w ten sposób aby produkt, który powstanie mógł być wykorzystany w dowolnym systemie rozproszonym. Mówi o tym jedno ze sformułowanych wymagań. Testowanie opracowanej implementacji przeprowadzono na systemie STIAR.

⁴ Mimo iż opisujemy projekt już zrealizowany, to w specyfikacji wymagań używamy czasu przyszłego. Wynika to z faktu, że specyfikacja wymagań jest dokumentem opisującym pożądane cechy opracowywanego produktu. Nie wszystkie z nich muszą być osiągnięte w pierwszej opracowanej wersji.

⁵ Bez ingerencji administratora systemu.

⁶ Na żądanie administratora systemu.

- zbieranie informacji o parametrach konfiguracyjnych systemu roboczego, ustalanie na podstawie parametrów konfiguracyjnych systemu roboczego, które jego podsystemy⁷ powinny działać na danym stanowisku,
- zbieranie informacji o parametrach działających podsystemów systemu roboczego pozwalających na odtworzenie stanu przerwanej konferencji,
- testowanie działających podsystemów systemu roboczego,
- ustalanie na podstawie wyników testów, które podsystemy systemu roboczego nie pracują poprawnie.

B. Rekonfigurowanie systemu roboczego

W przypadkach awaryjnych podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien zapewnić możliwość samoczynnej lub manualnej, dynamicznej⁸ zmiany konfiguracji systemu roboczego pracującego na tym samym stanowisku, na którym pracuje podsystem. Rekonfigurowanie to powinno obejmować:

- ponowne inicjowanie lub inicjowanie i odtwarzanie stanu podsystemów systemu roboczego po wykryciu ich braku,
- zatrzymywanie i ponowne inicjowanie podsystemów systemu roboczego pracujących nieprawidłowo,
- ponowne inicjowanie pracy systemu roboczego i odtwarzanie jego stanu sprzed awarii, w przypadku nieoczekiwanego przerwania pracy.

C. Diagnostowanie systemu komputerowego

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien zapewnić samoczynne i manualne diagnostowanie działania elementów systemu komputerowego, niezbędnych dla działania systemu roboczego i podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Dotyczy to stanowiska lokalnego, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji, a także systemów komputerowych innych stanowisk systemu wielostanowiskowego. Diagnostowanie to powinno obejmować:

⁷ Przez podsystem systemu roboczego należy rozumieć dowolny moduł programowy (proces, wątek) sterowany z poziomu systemu operacyjnego lub innego procesu użytkowego przy wykorzystaniu funkcji systemowych.

⁸ Bez wstrzymania pracy systemu roboczego.

- testowanie i wykrywanie na podstawie wyników testów uszkodzeń podstawowego sprzętu komputerowego, takiego jak: procesor, pamięć operacyjna, monitor z kartą graficzną, karta sieciowa, klawiatura, mysz,
- testowanie i wykrywanie na podstawie wyników testów uszkodzeń sprzętu dodatkowego, w który powinno być wyposażone stanowisko, takiego jak np.: kamera z grabberem, mikrofon i głośniki z kartą dźwiękową⁹,
- testowanie i wykrywanie na podstawie wyników testów nieprawidłowego działania oprogramowania systemowego obsługującego sprzęt komputerowy (wybrane procesy systemowe, sterowniki, biblioteki dzielone).

D. Rekonfigurowanie systemu komputerowego

W przypadkach awaryjnych podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien zapewnić możliwość samoczynnej i manualnej, dynamicznej zmiany konfiguracji elementów systemu komputerowego, niezbędnych dla działania systemu roboczego i podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Rekonfigurowanie to powinno obejmować:

- ustawianie w stan początkowy (*reset*) i ponowne uruchamianie sprzętu,
- usuwanie wadliwie działających procesów systemowych i ich powtórne inicjowanie.

E. Samodiagnozowalność

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien zapewnić możliwość samoczynnego i manualnego wymuszania diagnozowania swojego działania. Diagnozowanie to powinno obejmować:

- wykrywanie braku poszczególnych modułów podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, które powinny być uruchomione na danym stanowisku,
- testowanie działania poszczególnych modułów podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- ustalanie na podstawie wyników testów, które moduły podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji nie pracują poprawnie.

F. Samorekonfigurowalność

W przypadkach awaryjnych podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien

⁹ Ukompletowanie sprzętu dodatkowego zależy od charakteru systemu roboczego.

zapewnić możliwość samoczynnej i manualnej, dynamicznej zmiany swojej konfiguracji. Rekonfigurowanie to powinna obejmować:

inicjowanie poszczególnych modułów podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, po wykryciu ich braku,

- zatrzymywanie i ponowne inicjowanie modułów podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pracujących nieprawidłowo.

G. Sprawdzanie połączeń pomiędzy stanowiskami

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien zapewnić samoczynne i manualne sprawdzanie połączeń sieciowych pomiędzy stanowiskami wchodzącymi w skład systemu wielostanowiskowego. Sprawdzenie to obejmuje wykrywanie niedostępności stanowiska poprzez sieć (braku komunikacji ze stanowiskiem) dla każdego stanowiska wchodzącego w skład systemu wielostanowiskowego.

H. Samodzielność działania

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien mieć zdolność prawidłowego działania na każdym stanowisku, niezależnie od tego, czy na tym stanowisku został uruchomiony system roboczy. Dotyczy to głównie diagnozowania i rekonfigurowania systemu komputerowego, samodiagnozowania i samorekonfigurowania oraz współpracy w ramach systemu wielostanowiskowego.

I. Konfigurowalność

Administrator systemu powinien mieć możliwość zdefiniowania konfiguracji podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji bez wstrzymywania pracy podsystemu. Konfiguracja powinna obejmować:

- wybór stanowisk, które mają wejść w skład systemu wielostanowiskowego,
- wybór struktury logicznej systemu diagnostycznego (pierścień, gwiazda, drzewo, mieszana),
- wybór protokołów komunikacyjnych i sposobu adresowania stanowisk w sieci (adresowanie indywidualne, grupowe, rozgłaszanie),
- wybór podsystemów systemu roboczego i elementów systemu komputerowego, które mają być nadzorowane (diagnozowane i ewentualnie rekonfigurowane),
- wybór metod diagnostycznych (opiniowanie diagnostyczne, dialog diagnostyczny),

- wybór protokołów diagnostycznych,
- ustalenie rodzajów, ilości i parametrów testów,
- wybór metod rekonfiguracji,
- ustalenie parametrów czasowych pracy podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji (czasów opóźnienia, oczekiwania, ponowienia),
- ustalenie stanowiska lub użytkownika, do którego mają być przesyłane komunikaty i raporty diagnostyczne.

J. Wysyłanie komunikatów diagnostycznych

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien samoczynnie informować poprzez krótkie komunikaty wysyłane do administratora o sytuacjach wyjątkowych zachodzących w działaniu podsystemu, w działaniu systemu roboczego oraz w działaniu systemu komputerowego stanowiska, na którym osadzono podsystem diagnostyki i rekonfiguracji. W szczególności powinien informować o:

- błędach wykrytych w działaniu podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- błędach wykrytych w działaniu podsystemów systemu roboczego,
- błędach wykrytych w działaniu elementów systemu komputerowego stanowiska, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji.

K. Tworzenie i udostępnianie raportów

Na żądanie administratora podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien tworzyć i udostępniać raporty diagnostyczne zawierające:

- informacje o stanie wszystkich podsystemów systemu roboczego,
- informacje o stanie elementów systemu komputerowego stanowiska, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji,
- informacje o stanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- informacje o efektywności działania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji (całkowita liczba przeprowadzonych diagnozowań i rekonfiguracji, liczba wykrytych niezdatności funkcjonalnych w działaniu poszczególnych systemów, liczba udanych rekonfiguracji).

L. Standaryzacja

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien wykorzystywać standardowe, uznane w świecie mechanizmy (metody diagnostyczne, testy systemu komputerowego,

protokoły diagnostyczne i komunikacyjne) oraz zapewniać możliwość wprowadzania nowych.

M. Efektywne wykorzystanie zasobów

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien w miarę efektywnie wykorzystywać możliwości sprzętowe stanowiska, na którym został uruchomiony.

N. niezawodność

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien reagować na zdarzenia, których przyczyną są zaistniałe sytuacje wyjątkowe, w taki sposób, który zapewni dalszą jego poprawną pracę. Sytuacje takie mogą powstać w wyniku nieprawidłowego działania (lub całkowitego uszkodzenia) wyposażenia stanowiska lub łączy międzystanowiskowych.

O. Synchronizacja

W działaniu poszczególnych instancji podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji uruchomionych na różnych stanowiskach powinna zostać zapewniona odpowiednia synchronizacja, ponieważ będą one pracować współbieżnie i na bieżąco ze sobą współpracować. Mechanizmy synchronizacyjne powinny zapewnić wymianę informacji, sygnałów i poleceń w ściśle określonych momentach czasu i w określonym porządku.

P. Przyjazność środowiska

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien zapewnić administratorowi:

- dostęp poprzez interfejs w postaci zestawu poleceń do administrowania i konfigurowania podsystemu,
- opis funkcji podsystemu w postaci zwięzłych i treściwych komentarzy,
- administrowanie i konfigurowanie podsystemu poprzez interfejs graficzny o czytelnej szacie graficznej,
- możliwość zdalnej administracji i konfiguracji podsystemu poprzez sieć komputerową,
- interaktywną pomoc w użytkowaniu.

1.2.2. Wymagania techniczne

Jedną z cech projektowanego podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji jest samodzielność, czyli zdolność prawidłowego działania podsystemu uruchomionego na

danym stanowisku, niezależnie od tego, czy na tym stanowisku pracuje system roboczy. Jednocześnie wymagane jest, aby podsystem diagnostyki i rekonfiguracji działał (został zaimplementowany) na tych platformach sprzętowo-programowych, na których funkcjonuje system telekonferencyjny STIAR.

Dotychczas system telekonferencyjny STIAR został zaimplementowany tylko na komputerach firmy Sun z procesorami SPARC, pracujących pod kontrolą systemu operacyjnego Solaris. Tak więc w pierwszym rzędzie wymagane jest, aby podsystem diagnostyki i rekonfiguracji poprawnie funkcjonował w tym środowisku sprzętowo-programowym.

Nie jest to oczywiście jedyne środowisko sprzętowo-programowe w jakim powinien funkcjonować podsystem diagnostyki i rekonfiguracji, gdyż jednym z założeń jest jego heterogeniczność. Kolejnymi środowiskami, dla których powinien zostać zaimplementowany podsystem diagnostyki i rekonfiguracji są komputery klasy IBM PC pracujące pod kontrolą systemów operacyjnych Windows NT, Windows 9x oraz Linux. Wynika to z założenia, że dla tych środowisk powstaną następne implementacje systemu telekonferencyjnego STIAR. Inne środowiska zostaną określone w miarę pojawiania się kolejnych implementacji systemu telekonferencyjnego STIAR.

Zdefiniowanie środowiska sprzętowo-programowego jest bardzo ważne dla działania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, ponieważ od środowiska uzależnione są sposoby i metody diagnozowania elementów systemu komputerowego każdego stanowiska, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji. Zakłada się, że elementami systemu komputerowego każdego stanowiska niezbędnymi dla działania systemu roboczego i podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji są:

- jednostka centralna: procesor, płyta główna, pamięć operacyjna,
- urządzenia zewnętrzne wraz z odpowiednimi adapterami: pamięci zewnętrzne, monitor z kartą graficzną, karta sieciowa, klawiatura, mysz,
- obsługujące je oprogramowanie systemowe: procesy systemowe, sterowniki, biblioteki dzielone.

Natomiast elementami dodatkowymi systemu komputerowego każdego stanowiska, które mają wpływ na działanie systemu roboczego, w tym przypadku systemu telekonferencyjnego STIAR, ale nie wpływają na działanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji są:

- kamera z grabberem,

- mikrofon i głośniki z kartą dźwiękową,
- obsługujące je oprogramowanie systemowe: procesy systemowe, sterowniki, biblioteki dzielone.

Projektowany podsystem diagnostyki i rekonfiguracji systemu telekonferencyjnego STIAR powinien spełniać wymagania jakościowe określone dla oprogramowania przeznaczonego do pracy w sieci komputerowej:

- A. **Poprawność** - zdolność oprogramowania do wypełniania funkcji, określonych w specyfikacji funkcjonalnej. W tradycyjnym ujęciu, poprawność określa się przez relację zachodzącą między danymi wejściowymi a wynikami wykonania programu. Nieodłącznym elementem poprawności zachowania jest dotrzymanie narzuconego czasu reakcji systemu.
- B. **Odporność** - zdolność oprogramowania do akceptowalnego zachowania w warunkach nienormalnych, nie ujętych w specyfikacji wymagań, nieznanymi w chwili formułowania wymagań.
- C. **Weryfikowalność** - łatwość sprawdzenia poprawności oprogramowania. W każdym przypadku cecha ta ma ogromne znaczenie ekonomiczne, gdyż koszty weryfikacji sięgają 50 % kosztów typowego projektu.
- D. **Modyfikowalność** - łatwość adaptacji oprogramowania do zmienionych wymagań lub do zmienionego środowiska wykonawczego. Cecha ta ma ogromne znaczenie ekonomiczne, gdyż oprogramowanie sieciowe jest na ogół eksploatowane wiele lat i podlega w tym czasie wielu zmianom. Łączne koszty zmian i modyfikacji eksploatowanego oprogramowania przekraczają na ogół koszty opracowania programów i sięgają 200% kosztów oryginalnego projektu. W przypadku projektowanego systemu konferencyjnego cecha ta jest szczególnie istotna ze względu na badawczy charakter projektu.
- E. **Powtarzalność wykorzystania** - oznacza łatwość wielokrotnego wykorzystania tych samych programów, lub ich komponentów, w różnych projektach i zastosowaniach. Cecha ta wpływa dodatnio na wszystkie inne wskaźniki jakości.

1.3. Proponowana implementacja

Z przeprowadzonej analizy wynikają następujące założenia dotyczące sposobu rozwiązania i implementacji podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji:

- podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien pracować w systemie wielostanowiskowym tj. składać się z oprogramowania uruchamianego na danym stanowisku i współpracującego z oprogramowaniem uruchamianym na innych stanowiskach,
- architektura podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji powinna bazować na współczesnych koncepcjach architektur podobnych systemów i brać pod uwagę tendencje rozwojowe w tej dziedzinie,
- podsystem diagnostyki i rekonfiguracji powinien mieć strukturę modułową, zaimplementowaną w postaci hierarchii procesów pokrewnych i dołączonego zbioru procesów dodatkowych.

2. Ogólny opis podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji

2.1. Diagram kontekstowy podsystemu

Na diagramie kontekstowym (rys. 1) przedstawiono powiązania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji ze światem zewnętrznym.

Przedstawiona specyfikacja przedstawia pojedyncze stanowisko z pełnym wyposażeniem sprzętowym i programowym, na którym działa podsystem diagnostyki i rekonfiguracji. Podsystemy diagnostyki i rekonfiguracji uruchomione na różnych stanowiskach współpracują ze sobą wymieniając informacje poprzez sieć komputerową i razem tworzą system wielostanowiskowy. Wszystkie stanowiska wchodzące w skład systemu wielostanowiskowego są identyczne (równoważne) pod względem funkcjonalnym.

2.1.1. Obiekty zewnętrzne

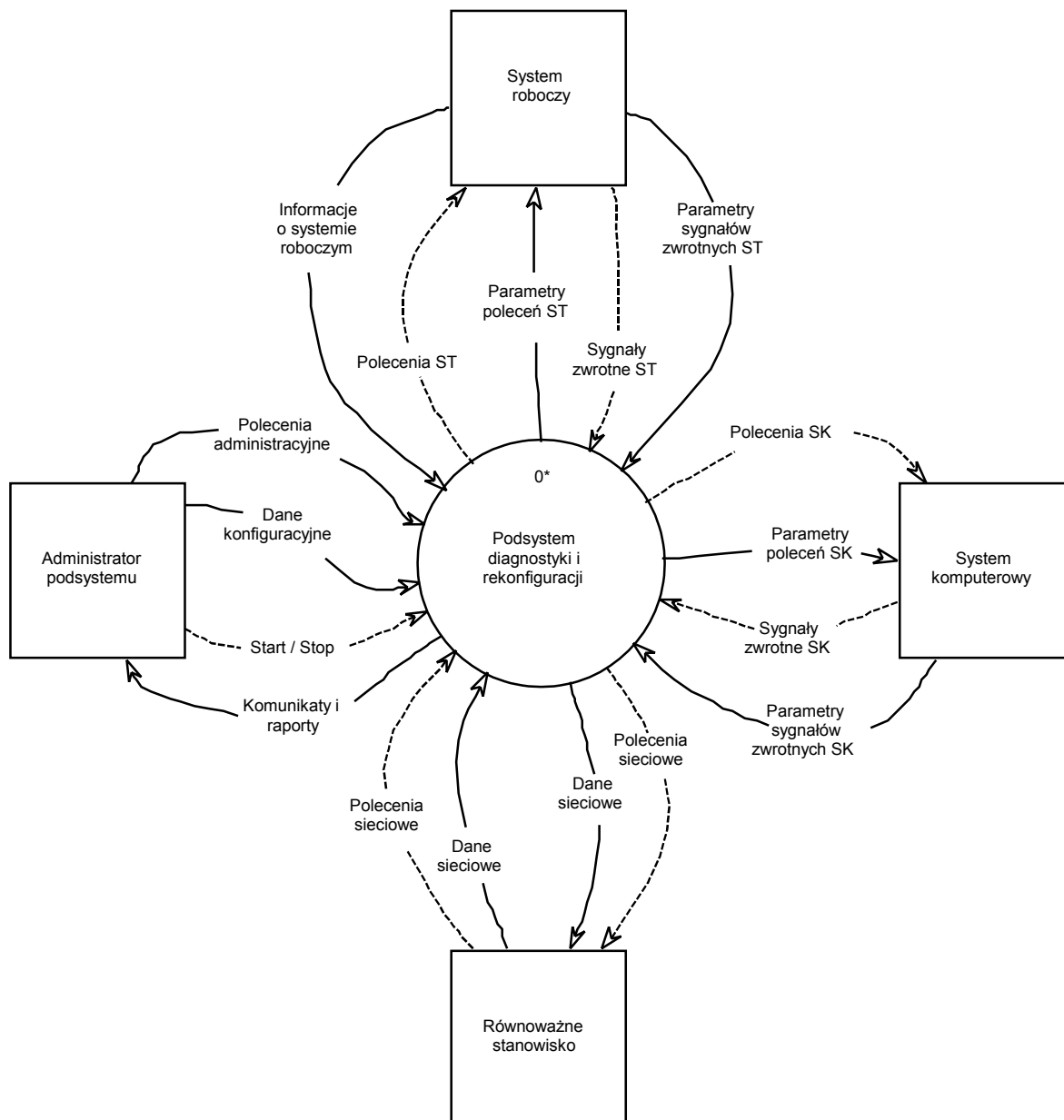
System roboczy – jest to system nadzorowany. W projekcie jego funkcję pełnił system telekonferencyjny STIAR. Umożliwia on zainicjowanie i obsługę telekonferencji. System

STIAR zarządza przebiegiem konferencji poprzez obsługę poleceń systemowych wydawanych przez użytkownika systemu. Obsługuje on informacje multimedialne (dźwięk, obraz, grafika, tekst) pobierane z wyposażenia audiowizualnego stanowiska i sieci. Przetwarza uzyskane informacje na postać, która zapewnia możliwość przesyłania jej w sieci lub na postać, która zapewni czytelny i zrozumiały odbiór przez użytkownika. STIAR składa się z kilku podsystemów, które obsługują poszczególne kanały związane z przepływem danych administracyjnych i konferencyjnych (polecenia systemowe, obraz, dźwięk, dane z planszetu, tekst). Nadzorowanie pracy wszystkich podsystemów systemu roboczego jest głównym zadaniem podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

System komputerowy – jest to sprzęt komputerowy wraz z oprogramowaniem systemowym tworzący środowisko sprzętowo-programowe stanowiska, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji i system roboczy. Jednym z zadań podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji jest wykrywanie awarii elementów systemu komputerowego każdego stanowiska, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji i w miarę możliwości przywracanie im pełnej funkcjonalności.

Administrator podsystemu - osoba zarządzająca przebiegiem pracy i ustalająca parametry konfiguracyjne podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Osoba ta może być tą samą, która administruje systemem roboczym. Do jego obowiązków w zakresie obsługi podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji należy:

- uruchamianie i zatrzymywanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- konfigurowanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- przeglądanie tworzonych i przesyłanych przez podsystem diagnostyki i rekonfiguracji komunikatów i raportów diagnostycznych oraz wyciąganie na ich podstawie wniosków dotyczących rekonfiguracji systemu roboczego, systemu komputerowego stanowiska i samego podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- zdalne diagnozowanie i rekonfigurowanie podsystemów diagnostyki i rekonfiguracji pracujących na innych stanowiskach wchodzących w skład systemu wielostanowiskowego,
- obsługa podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji od strony technicznej (np. instalowanie podsystemu).



Rys. 1. Diagram kontekstowy podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji

Równoważne stanowisko - reprezentuje zbiór identycznych pod względem funkcjonalnym stanowisk, na których pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji. Na pojedynczym stanowisku działa podsystem diagnostyki i rekonfiguracji, ale nie musi na nim być uruchomiony system roboczy.

2.1.2. Przepływy danych i sterowania

Informacje o systemie roboczym

Informacje o systemie roboczym pobierane są w celu rozpoznania jego aktualnej konfiguracji. Zawierają one:

- parametry konfiguracyjne systemu roboczego,
- parametry działających podsystemów systemu roboczego pozwalające na odtworzenie stanu przerwanej sesji.

Polecenia ST

Sygnaly sterujące są wysyłane do systemu roboczego w celu jego przetestowania i przeprowadzenia rekonfiguracji. Polecenia te umożliwiają:

- stwierdzenie czy na danym stanowisku został uruchomiony system roboczy,
- wysłanie testów do podsystemów systemu roboczego w celu stwierdzenia czy działają i czy wykonują poprawnie swoje funkcje,
- zatrzymywanie podsystemów systemu roboczego,
- ponowne uruchomienie podsystemów systemu roboczego,
- ponowne zainicjowanie przerwanej sesji i odtworzenie jej stanu.

Parametry poleceń ST

Parametry testów i dodatkowe informacje przesyłane wraz z **poleceniami ST** do systemu roboczego.

Sygnaly zwrotne ST

Odpowiedzi systemu roboczego po wykonaniu przez niego **poleceń ST**. Obejmują one:

- odpowiedzi systemu roboczego na przesłane testy,
- wynik wykonania **poleceń ST** (np. błąd testowania, błąd rekonfigurowania).

Parametry sygnałów zwrotnych ST

Dodatkowe informacje (np. wyniki testów) wysyłane wraz z **sygnałami zwrotnymi ST** z systemu roboczego po wykonaniu **poleceń ST**.

Polecenia SK

Sygnaly sterujące wysyłane do systemu komputerowego stanowiska w celu jego przetestowania i przeprowadzenia rekonfiguracji. Polecenia te umożliwiają:

- testowanie sprzętu komputerowego stanowiska,
- ustawienie w stan początkowy (*reset*) i ponowne uruchomienie sprzętu komputerowego stanowiska,
- testowanie procesów systemowych,
- zakończenie wadliwie działających procesów systemowych i ich powtórne inicjowanie.

Parametry poleceń SK

Parametry poleceń i dodatkowe informacje przesyłane wraz z **poleceniami SK** do systemu komputerowego stanowiska.

Sygnaly zwrotne SK

Odpowiedzi systemu komputerowego stanowiska po wykonaniu przez niego **poleceń SK**.

Obejmują one:

- odpowiedzi systemu komputerowego stanowiska na przesłane testy,
- wynik wykonania **poleceń SK** (np. błąd testowania, błąd rekonfigurowania).

Parametry sygnałów zwrotnych SK

Dodatkowe informacje wysyłane wraz z **sygnałami zwrotnymi SK** z systemu komputerowego stanowiska po wykonaniu **poleceń SK**.

Polecenia sieciowe

Wszystkie sygnały sterujące wysyłane poprzez sieć komputerową z podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pracującego na danym stanowisku do podsystemów diagnostyki i rekonfiguracji pracujących na innych stanowiskach wchodzących w skład systemu wielostanowiskowego. Umożliwiają one:

- nawiązanie i zakończenie połączenia z innym stanowiskiem,
- przetestowanie połączenia sieciowego.

Dane sieciowe

Polecenia administracyjne, parametry konfiguracyjne podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, informacje diagnostyczne, komunikaty i raporty przetworzone do postaci umożliwiającej przesłanie ich poprzez sieć komputerową, wysyłane z podsystemu

diagnostyki i rekonfiguracji pracującego na danym stanowisku do podsystemów diagnostyki i rekonfiguracji pracujących na innych stanowiskach wchodzących w skład systemu wielostanowiskowego.

Polecenia administracyjne

Polecenia wydawane przez administratora podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji umożliwiające mu sterowanie pracą podsystemu.

Dane konfiguracyjne

Dane umożliwiające administratorowi odpowiednie skonfigurowanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Start / Stop

Polecenie administratora podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji powodujące rozpoczęcie lub zakończenie pracy całego podsystemu.

Komunikaty i raporty

Komunikaty zawierające informacje o błędach w działaniu i raporty zawierające informacje o stanach podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, systemu roboczego i systemu komputerowego stanowiska, otrzymywane przez administratora z danego stanowiska lub z innego stanowiska wchodzącego w skład systemu wielostanowiskowego.

2.2. Dekompozycja diagramu kontekstowego

2.2.1. Procesy

W rozdziale tym przedstawiono procesy wyodrębnione w wyniku dekompozycji diagramu kontekstowego. Zostały one uwidocznione na diagramie DFD poziomu zerowego (Rys. 2). Kolejne poziomy dekompozycyjne zostały pominięte, ze względu na konieczność ograniczenia objętości niniejszego opracowania. Pełną specyfikację funkcjonalną można znaleźć w [2].

Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego

Proces obsługuje funkcje związane z diagnozowaniem i rekonfigurowaniem systemu roboczego. Do funkcji tych należą:

- stwierdzenie czy na danym stanowisku został uruchomiony system roboczy,
- zbieranie informacji o parametrach konfiguracyjnych systemu roboczego,
- ustalanie na podstawie parametrów konfiguracyjnych systemu roboczego, które z jego podsystemów powinny działać na danym stanowisku,
- wykrywanie braku podsystemów systemu roboczego, które powinny być uruchomione,
- zbieranie informacji o parametrach działających podsystemów systemu roboczego pozwalających na odtworzenie stanu przerwanej sesji,
- testowanie działających podsystemów systemu roboczego,
- ustalanie na podstawie wyników testów, które podsystemy systemu roboczego nie pracują poprawnie,
- ponowne uruchamianie podsystemów systemu roboczego po wykryciu ich braku,
- zatrzymywanie i ponowne uruchamianie podsystemów systemu roboczego pracujących nieprawidłowo,
- w przypadku nieoczekiwanego przerwania sesji ponowne jej zainicjowanie i odtworzenie jej stanu sprzed awarii.

Obsługiwanie połączeń sieciowych

Proces obsługuje funkcje związane z komunikacją podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pracującego na danym stanowisku z innymi stanowiskami. Do funkcji tych należą:

- nawiązanie i zakończenie połączenia z innymi stanowiskami,
- sprawdzanie połączenia z innymi stanowiskami,
- przesyłanie danych (polecenia administracyjne, parametry konfiguracyjne podsystemu, informacje diagnostyczne, komunikaty, raporty) do innych stanowisk,
- odbieranie danych (polecenia administracyjne, parametry konfiguracyjne podsystemu, informacje diagnostyczne, komunikaty, raporty) z innych stanowisk.

Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego

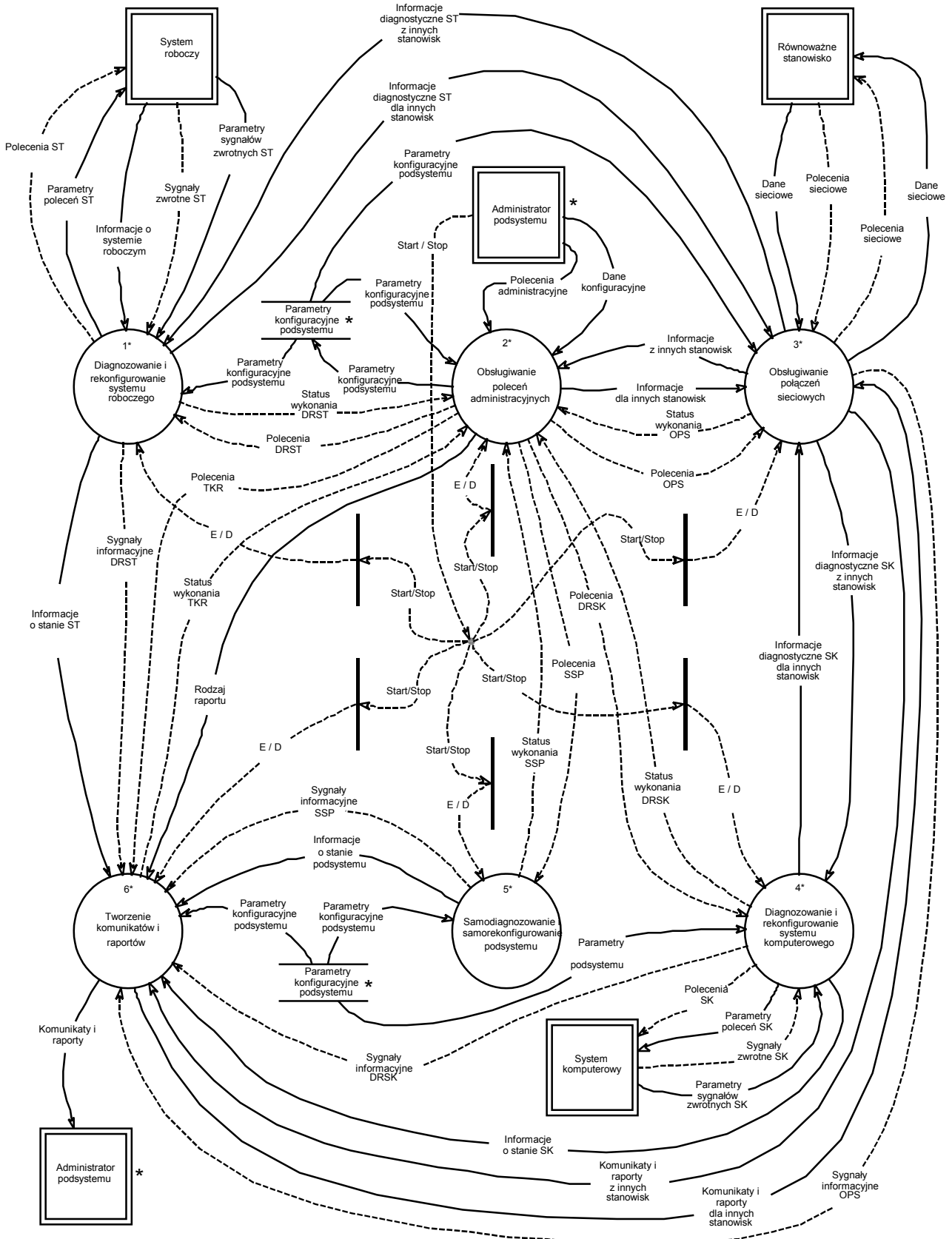
Proces obsługuje funkcje związane z diagnozowaniem i rekonfigurowaniem systemu komputerowego stanowiska. Do funkcji tych należą:

- testowanie podstawowego sprzętu komputerowego, w który wyposażone jest stanowisko (procesor, pamięć operacyjna, monitor z kartą graficzną, karta sieciowa, klawiatura),
- testowanie sprzętu dodatkowego, np. multimedialnego, w który dodatkowo wyposażone jest stanowisko (kamera z grabberem, mikrofon i głośniki z kartą dźwiękową),
- testowanie działania oprogramowania systemowego obsługującego sprzęt komputerowy (procesy systemowe, sterowniki, biblioteki dzielone),
- ustalanie na podstawie wyników testów, które elementy systemu komputerowego nie pracują poprawnie,
- ustawianie w stan początkowy (*reset*) i ponowne uruchamianie sprzętu dodatkowego, np. multimedialnego, w który dodatkowo wyposażone jest stanowisko,
- usuwanie wadliwie działających procesów systemowych i ich powtórne inicjowanie.

Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu

Proces obsługuje funkcje związane z wykonywaniem diagnozowania i rekonfigurowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Do funkcji tych należą:

- wykrywanie braku poszczególnych modułów podsystemu (diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego, obsługiwanie poleceń administracyjnych, obsługiwanie połączeń sieciowych, diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego stanowiska, tworzenie komunikatów i raportów), które powinny być uruchomione na danym stanowisku,
- testowanie poszczególnych modułów podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- ustalanie na podstawie wyników testów, które moduły podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji nie pracują poprawnie,
- ponowne uruchamianie poszczególnych modułów podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji po wykryciu ich braku,
- zatrzymywanie i ponowne uruchamianie modułów podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pracujących nieprawidłowo.



Rys. 2. Diagram DFD0 podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji

Tworzenie komunikatów i raportów

Proces obsługuje funkcje związane z tworzeniem komunikatów o błędach i raportów o stanach podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, systemu roboczego i systemu komputerowego danego stanowiska. Komunikaty i raporty tworzone są na podstawie informacji z danego stanowiska, a także mogą być przesyłane przez sieć komputerową z innego stanowiska. Do funkcji tych należą:

- tworzenie komunikatów informujących o wykrytych błędach i sytuacjach awaryjnych w działaniu podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, podsystemów systemu roboczego, elementów systemu komputerowego stanowiska, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji,
- tworzenie raportów zawierających informacje o stanie wszystkich podsystemów systemu roboczego, o stanie elementów systemu komputerowego stanowiska, na którym pracuje podsystem diagnostyki i rekonfiguracji, o stanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji oraz o efektywności działania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji (całkowita liczba przeprowadzonych diagnozowań i rekonfiguracji, liczba wykrytych niezdatności funkcjonalnych w działaniu poszczególnych systemów, liczba udanych rekonfiguracji),
- udostępnianie administratorowi podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji utworzonych komunikatów i raportów, a także komunikatów i raportów przesyłanych przez sieć komputerową z innych stanowisk.

2.2.2. Przepływy danych i sterowania

W rozdziale tym przedstawiono przepływy danych i sterowania uwidocznione na diagramie DFD poziomu zerowego podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji (Rys. 2).

Start / Stop

Polecenie administratora powodujące rozpoczęcie lub zakończenie pracy całego podsystemu.

E / D

Sygnał sterujący powodujący rozpoczęcie lub zakończenie pracy danego procesu.

Parametry konfiguracyjne podsystemu

Informacje o konfiguracji podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pobierane z magazynu danych **Parametry konfiguracyjne podsystemu**.

Polecenia DRST

Sygnały sterujące działaniem procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego”. Polecenia te umożliwiają:

- rozpoczęcie diagnozowania systemu roboczego,
- rozpoczęcie wnioskowania o stanie systemu roboczego,
- rozpoczęcie rekonfigurowania systemu roboczego,
- przerwanie wykonywania **polecenia DRST**.

Status wykonania DRST

Sygnał informujący o wyniku wykonania **polecenia DRST** przez proces „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego”. Sygnalizuje on:

- poprawne zakończenie wykonywania **polecenia DRST**,
- błąd w wykonywaniu **polecenia DRST**.

Sygnały informacyjne DRST

Sygnały informujące o wyniku działania procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego”. Wysyłane są one do procesu „Tworzenie komunikatów i raportów” w celu zasygnalizowania administratorowi błędnego działania procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego”, a także w celu zbierania informacji do raportów statystycznych. Sygnalizują one:

- błąd w wykonywaniu diagnozowania systemu roboczego,
- błąd w wykonywaniu rekonfigurowania systemu roboczego,
- zakończenie wykonywania diagnozowania systemu roboczego,
- zakończenie wykonywania rekonfigurowania systemu roboczego.

Informacje o stanie ST

Informacje o aktualnym stanie systemu roboczego pobierane przez proces „Tworzenie komunikatów i raportów” w celu utworzenia raportu o stanie systemu roboczego.

Informacje diagnostyczne ST dla innych stanowisk

Informacje diagnostyczne dotyczące systemu roboczego przesyłane do innych stanowisk, potrzebne w niektórych metodach diagnostycznych (np. opiniowanie diagnostyczne, dialog diagnostyczny). Składają się na nie:

- informacje o wynikach testowania systemu roboczego pracującego na danym stanowisku przesyłane do innego stanowiska,
- informacje o aktualnych stanach systemów roboczych pracujących na innych stanowiskach przesyłane do tych stanowisk.

Informacje diagnostyczne ST z innych stanowisk

Informacje diagnostyczne dotyczące systemu roboczego przesyłane z innych stanowisk, potrzebne w niektórych metodach diagnostycznych. Składają się na nie:

- informacje o wynikach testowania systemów roboczych pracujących na innych stanowiskach, przesyłane z tych stanowisk,
- informacje o aktualnym stanie systemu roboczego pracującego na danym stanowisku przesyłane z innego stanowiska.

Polecenia OPS

Sygnały sterujące działaniem procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego”. Polecenia te umożliwiają:

- rozpoczęcie odbierania danych z innych stanowisk,
- wysłanie danych do innego stanowiska,
- sprawdzenie połączenia z innym stanowiskiem,
- przerwanie wykonywania **polecenia OPS**.

Status wykonania OPS

Sygnał informujący o wyniku wykonania **polecenia OPS** przez proces „Obsługiwanie połączeń sieciowych”. Sygnalizuje on:

- poprawne zakończenie wykonywania **polecenia OPS**,
- błąd w wykonywaniu **polecenia OPS**,
- odebranie danych z innego stanowiska,
- brak połączenia z innym stanowiskiem.

Sygnały informacyjne OPS

Sygnały informujące o wyniku działania procesu „Obsługiwanie połączeń sieciowych”. Wysyłane są one do procesu „Tworzenie komunikatów i raportów” w celu zasygnalizowania administratorowi błędnego działania procesu „Obsługiwanie połączeń sieciowych”, a także w celu przekazania mu informacji o nawiązywanym połączeniu z innym stanowiskiem. Sygnalizują one:

- błąd podczas wysyłania danych,
- błąd podczas odbierania danych,
- brak połączenia z innym stanowiskiem,
- nawiązanie połączenia z innym stanowiskiem.

Informacje dla innych stanowisk

Informacje administracyjne przesyłane do innych stanowisk. Składają się na nie:

- polecenia administracyjne dotyczące podsystemów diagnostyki i rekonfiguracji pracujących na innych stanowiskach, wydawane przez administratora podsystemu pracującego na danym stanowisku,
- informacje o rodzaju danych, które mają być wysłane na inne stanowisko,
- parametry połączeń nawiązywanych z innymi stanowiskami.

Informacje z innych stanowisk

Informacje administracyjne przesyłane z innych stanowisk. Składają się na nie:

- polecenia administracyjne dotyczące podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pracującego na danym stanowisku, wydawane przez administratora podsystemu pracującego na innym stanowisku,
- parametry konfiguracyjne podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji przesyłane do danego stanowiska z innego stanowiska,
- informacje o rodzaju danych, które zostały odebrane z innego stanowiska.

Polecenia DRSK

Sygnały sterujące działaniem procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego”. Polecenia te umożliwiają:

- rozpoczęcie diagnozowania systemu komputerowego danego stanowiska,
- rozpoczęcie wnioskowania o stanie systemu komputerowego danego stanowiska,

- rozpoczęcie rekonfigurowania systemu komputerowego danego stanowiska,
- przerwanie wykonywania **polecenia DRSK**.

Status wykonania DRSK

Sygnał informujący o wyniku wykonania **polecenia DRSK** przez proces „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego”. Sygnalizuje on:

- poprawne zakończenie wykonywania **polecenia DRSK**,
- błąd w wykonywaniu **polecenia DRSK**.

Sygnaly informacyjne DRSK

Sygnaly informujące o wyniku działania procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego”. Wysyłane są one do procesu „Tworzenie komunikatów i raportów” w celu zasygnalizowania administratorowi błędnego działania procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego”, a także w celu zbierania informacji do raportów statystycznych. Sygnalizują one:

- błąd w wykonywaniu diagnozowania systemu komputerowego danego stanowiska,
- błąd w wykonywaniu rekonfigurowania systemu komputerowego danego stanowiska,
- zakończenie wykonywania diagnozowania systemu komputerowego danego stanowiska,
- zakończenie wykonywania rekonfigurowania systemu komputerowego danego stanowiska.

Informacje o stanie SK

Informacje o aktualnym stanie systemu komputerowego danego stanowiska pobierane przez proces „Tworzenie komunikatów i raportów” w celu utworzenia raportu o stanie systemu komputerowego danego stanowiska.

Informacje diagnostyczne SK dla innych stanowisk

Informacje diagnostyczne dotyczące systemu komputerowego danego stanowiska przesyłane do innych stanowisk, potrzebne w niektórych metodach diagnostycznych. Składają się na nie:

- informacje o wynikach testowania systemu komputerowego danego stanowiska przesyłane do innego stanowiska,

- informacje o aktualnych stanach systemów komputerowych innych stanowisk przesyłane do tych stanowisk.

Informacje diagnostyczne SK z innych stanowisk

Informacje diagnostyczne dotyczące systemu komputerowego danego stanowiska przesyłane z innych stanowisk, potrzebne w niektórych metodach diagnostycznych. Składają się na nie:

- informacje o wynikach testowania systemów komputerowych innych stanowisk przesyłane z tych stanowisk,
- informacje o aktualnym stanie systemu komputerowego danego stanowiska przesyłane z innego stanowiska.

Polecenia SSP

Sygnały sterujące działaniem procesu „Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu”. Polecenia te umożliwiają:

- rozpoczęcie diagnozowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- rozpoczęcie rekonfigurowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- przerwanie wykonywania **polecenia SSP**.

Status wykonania SSP

Sygnał informujący o wyniku wykonania **polecenia SSP** przez proces „Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu”. Sygnalizuje on:

- poprawne zakończenie wykonywania **polecenia SSP**,
- błąd w wykonywaniu **polecenia SSP**.

Sygnały informacyjne SSP

Sygnały informujące o wyniku działania procesu „Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu”. Wysyłane są one do procesu „Tworzenie komunikatów i raportów” w celu zasygnalizowania administratorowi błędnego działania procesu „Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu”, a także w celu zbierania informacji do raportów statystycznych. Sygnalizują one:

- błąd w wykonywaniu diagnozowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- błąd w wykonywaniu rekonfigurowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,

- zakończenie wykonywania diagnozowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- zakończenie wykonywania rekonfigurowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Informacje o stanie podsystemu

Informacje o aktualnym stanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pobierane przez proces „Tworzenie komunikatów i raportów” w celu utworzenia raportu o stanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Polecenia TKR

Sygnaly sterujące działaniem procesu „Tworzenie komunikatów i raportów”. Polecenia te umożliwiają:

- rozpoczęcie tworzenia raportu,
- udostępnienie administratorowi podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji raportu utworzonego na danym stanowisku lub wysłanego z innego stanowiska,
- udostępnienie administratorowi podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji komunikatu wysłanego z innego stanowiska,
- przerwanie wykonywania **polecenia TKR**.

Status wykonania TKR

Sygnal informujący o wyniku wykonania **polecenia TKR** przez proces „Tworzenie komunikatów i raportów”. Sygnalizuje on:

- poprawne zakończenie wykonywania **polecenia TKR**,
- błąd w wykonywaniu **polecenia TKR**.

Rodzaj raportu

Informacje przesyłane do procesu „Tworzenie komunikatów i raportów” razem z **poleceniem TKR** rozpoczynającym tworzenie raportu, w celu wyboru rodzaju raportu jaki ma być utworzony (raport o stanie systemu roboczego, raport o stanie systemu komputerowego stanowiska, raport o stanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji, raport o efektywności działania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji).

Komunikaty i raporty dla innych stanowisk

Komunikaty i raporty przesyłane z danego stanowiska do innych stanowisk.

Komunikaty i raporty z innych stanowisk

Komunikaty i raporty przesyłane do danego stanowiska z innych stanowisk.

2.2.3. Magazyny danych

W rozdziale tym przedstawiono opis magazynu danych **Parametry konfiguracyjne podsystemu**, który został uwidoczniony na diagramie DFD poziomu zerowego podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji (Rys. 2). W tym magazynie danych przechowywane są informacje pozwalające kształtować sposób działania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Zawarte w nim informacje podzielić można następująco:

- parametry ogólne,
- parametry diagnozowania systemu roboczego,
- parametry rekonfigurowania systemu roboczego,
- parametry diagnozowania systemu komputerowego,
- parametry rekonfigurowania systemu komputerowego,
- parametry diagnozowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- parametry rekonfigurowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- parametry protokołów komunikacyjnych,
- parametry komunikatów,
- parametry raportów.

Parametry ogólne obejmują następujące informacje:

- listę stanowisk, które mają wejść w skład systemu,
- strukturę logiczną systemu diagnostycznego (pierścień, gwiazda, drzewo, mieszana),
- rozmieszczenie w strukturze logicznej poszczególnych stanowisk,
- sposób diagnozowania (diagnozowanie lokalne, diagnozowanie w systemie diagnostycznym),
- metodę diagnostyczną (opiniowanie diagnostyczne, dialog diagnostyczny) w przypadku diagnozowania w systemie diagnostycznym,
- czas opóźnienia, po którym następuje ponowienie wykonania diagnozowania w przypadku diagnozowania lokalnego,
- protokoły diagnostyczne,
- identyfikator stanowiska, do którego przesyłane będą komunikaty i raporty, jeżeli nie będą one udostępniane lokalnie.

Parametry diagnozowania systemu roboczego obejmują informacje:

- o tym, które podsystemy systemu roboczego mają być diagnozowane,
- o rodzaju, ilości i parametrach testów dla systemu roboczego o różnej skuteczności kontrolnej (mała, średnia, duża skuteczność kontrolna testów).

Parametry rekonfigurowania systemu roboczego obejmują informacje:

- o sposobach rekonfiguracji systemu roboczego,
- o metodach rekonfiguracji systemu roboczego.

Parametry diagnozowania systemu komputerowego obejmują informacje:

- o tym, które elementy systemu komputerowego mają być diagnozowane (procesor, pamięć operacyjna, monitor z kartą graficzną, karta sieciowa, klawiatura, kamera z grabberem, mikrofon i głośniki z kartą dźwiękową, procesy systemowe, sterowniki, biblioteki dzielone),
- o rodzaju, ilości i parametrach testów dla systemu komputerowego stanowiska o różnej skuteczności kontrolnej.

Parametry rekonfigurowania systemu komputerowego obejmują informacje:

- o sposobach rekonfiguracji systemu komputerowego stanowiska,
- o metodach rekonfiguracji systemu komputerowego stanowiska.

Parametry diagnozowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji obejmują informacje:

- o tym, które moduły podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji mają być diagnozowane (część diagnozująca i rekonfigurująca system roboczy, część obsługująca polecenia administracyjne, część obsługująca połączenia sieciowe, itp.),
- o rodzaju, ilości i parametrach testów dla podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji o różnej skuteczności kontrolnej.

Parametry rekonfigurowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji obejmują informacje:

- o sposobach rekonfiguracji podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- o metodach rekonfiguracji podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Parametry protokołów komunikacyjnych obejmują informacje:

- o protokołach komunikacyjnych (TCP, UDP),
- sposobach adresowania stanowisk w sieci (adresowanie indywidualne, grupowe, rozgłaszanie).

Parametry komunikatów obejmują informacje:

- czy komunikat ma być udostępniany lokalnie,
- czy komunikat ma być przesyłany do innego stanowiska.

Parametry raportów obejmują informacje:

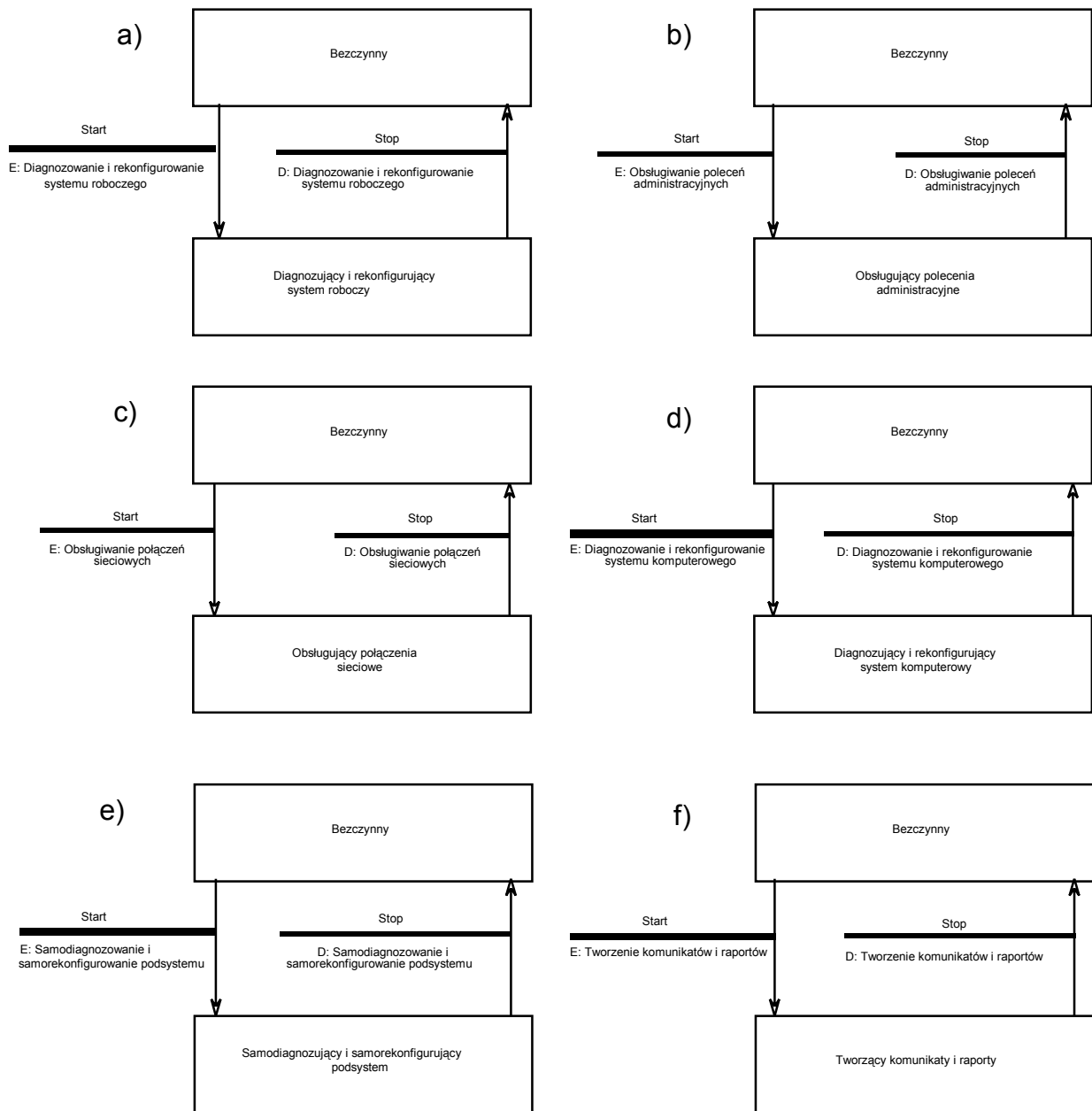
- czy raport ma być udostępniany lokalnie,
- czy raport ma być przesyłany do innego stanowiska,
- o identyfikatorach poszczególnych raportów (raport o stanie systemu roboczego, raport o stanie systemu komputerowego, itp.),
- o zawartości poszczególnych raportów.

2.3. Analiza zdarzeniowa

Na diagramach STD dla podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji (Rys. 3) przedstawiono analizę zdarzeniową dla tego podsystemu. Na diagramach tych można prześledzić w jakich warunkach powoływane są wszystkie moduły podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Z analizy funkcjonalnej przedstawionej w poprzednich rozdziałach wynika, że podsystem można podzielić się na sześć podstawowych części:

- diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego,



Rys. 3. Diagramy STD dla podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji

- obsługiwanie połączeń sieciowych,
- diagnostowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego,
- diagnostowanie i rekonfigurowanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji,
- tworzenie komunikatów i raportów.

Wszystkie wymienione części podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji są uruchamiane jednocześnie i pracują współbieżnie. Poszczególne stany podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji można określić następująco:

Bezczynny

W tym stanie znajduje się podsystem diagnostyki i rekonfiguracji przed jego uruchomieniem przez administratora i po jego zatrzymaniu przez administratora. W tym stanie podsystem nie wykonuje żadnych funkcji.

Diagnostujący i rekonfigurujący system roboczy (Rys. 3a)

W tym stanie znajduje się część podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji związana z diagnozowaniem i rekonfigurowaniem systemu roboczego po uruchomieniu podsystemu przez administratora poleceniem **Start**. Do tego stanu podsystem przechodzi ze stanu **Bezczynny**. Przejściu temu towarzyszy uruchomienie procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego”. Ze stanu tego podsystem wraca do stanu **Bezczynny** po zatrzymaniu podsystemu przez administratora poleceniem **Stop**. Temu z kolei przejściu towarzyszy zatrzymanie procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego”.

Obsługujący polecenia administracyjne (Rys. 3b)

W tym stanie znajduje się część podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji związana z obsługiwaniem poleceń administracyjnych po uruchomieniu podsystemu przez administratora poleceniem **Start**. Do stanu tego podsystem przechodzi ze stanu **Bezczynny**. Przejściu temu towarzyszy uruchomienie procesu „Obsługiwanie poleceń administracyjnych”. Z tego stanu podsystem wraca do stanu **Bezczynny** po zatrzymaniu podsystemu przez administratora poleceniem **Stop**. Przejściu temu towarzyszy zatrzymanie procesu „Obsługiwanie poleceń administracyjnych”.

Obsługujący połączenia sieciowe (Rys. 3c)

W tym stanie znajduje się część podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji związana z obsługiwaniem połączeń sieciowych po uruchomieniu podsystemu przez administratora poleceniem **Start**. Do tego stanu podsystem przechodzi ze stanu **Bezczynny**. Przejściu temu towarzyszy uruchomienie procesu „Obsługiwanie połączeń sieciowych”. Z tego stanu

podsystem wraca do stanu **Bezczynny** po zatrzymaniu podsystemu przez administratora poleceniem **Stop**. Temu przejściu towarzyszy zatrzymanie procesu „Obsługiwanie połączeń sieciowych”.

Diagnostujący i rekonfigurujący system komputerowy (Rys. 3d)

W tym stanie znajduje się część podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji związana z diagnozowaniem i rekonfigurowaniem systemu komputerowego stanowiska po uruchomieniu podsystemu przez administratora poleceniem **Start**. Do tego stanu podsystem przechodzi ze stanu **Bezczynny**. Temu przejściu towarzyszy uruchomienie procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego”. Z tego stanu podsystem wraca do stanu **Bezczynny** po zatrzymaniu podsystemu przez administratora poleceniem **Stop**. Temu przejściu towarzyszy zatrzymanie procesu „Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego”.

Samodiagnostujący i samorekonfigurujący podsystem (Rys 3e)

W tym stanie znajduje się część podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji związana z diagnozowaniem i rekonfigurowaniem podsystemu po jego uruchomieniu przez administratora poleceniem **Start**. Do tego stanu podsystem przechodzi ze stanu **Bezczynny**. Temu przejściu towarzyszy uruchomienie procesu „Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu”. Z tego stanu podsystem wraca do stanu **Bezczynny** po zatrzymaniu podsystemu przez administratora poleceniem **Stop**. Temu przejściu towarzyszy zatrzymanie procesu „Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu”.

Tworzący komunikaty i raporty (Rys 3f)

W tym stanie znajduje się część podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji związana z tworzeniem komunikatów i raportów po uruchomieniu podsystemu przez administratora poleceniem **Start**. Do tego stanu podsystem przechodzi ze stanu **Bezczynny**. Temu przejściu towarzyszy uruchomienie procesu „Tworzenie komunikatów i raportów”. Z tego stanu podsystem wraca do stanu **Bezczynny** po zatrzymaniu podsystemu przez administratora poleceniem **Stop**. Temu przejściu towarzyszy zatrzymanie procesu „Tworzenie komunikatów i raportów”.

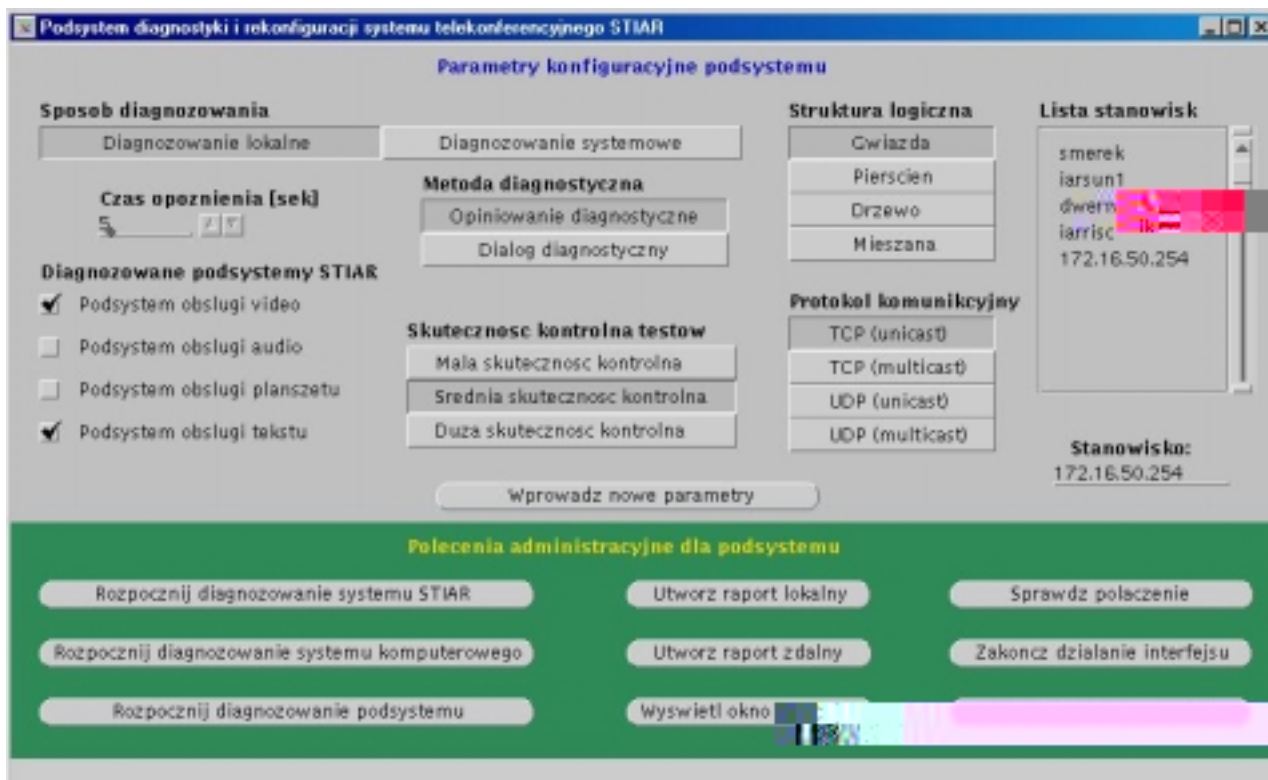
Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji może znajdować się w dwóch różnych stanach:

- w stanie **Bezczynny**,
- w stanie będącym iloczynem logicznym stanów w jakich znajdują się wszystkie jego części składowe: **Diagnostujący i rekonfigurujący system telekonferencyjny, Obsługujący polecenia administracyjne, Obsługujący połączenia sieciowe, Diagnostujący i rekonfigurujący system komputerowy, Samodiagnostujący i samorekonfigurujący podsystem, Tworzący komunikaty i raporty.**

3. Graficzny interfejs użytkownika

Według założeń, podsystem diagnostyki i rekonfiguracji ma cechować przyjazność środowiska. Jest przeznaczony do pracy z systemami operacyjnymi ze zintegrowanym środowiskiem graficznym, powinien więc być przystosowany do tego środowiska i korzystać z jego właściwości. Jego interfejs graficzny powinien zostać zaprojektowany jako nakładka graficzna ułatwiająca pracę z podsystemem, głównie w zakresie sterowania i konfigurowania. Musi zapewnić jak najwygodniejsze wykonywanie poleceń, konfigurowanie podsystemu i przekazywanie raportów diagnostycznych. Ponadto powinien być w miarę intuicyjny, łatwy w użyciu i spełniać podstawowe zasady ergonomii przewidziane dla takich mechanizmów.

Aby spełnić powyższe warunki, główne okno udostępniane przez interfejs graficzny zaprojektowano w sposób przedstawiony na rys. 4. Główne okno interfejsu graficznego podzielone jest na dwie części. Pierwsza (górną) część okna zawiera elementy graficzne służące do konfigurowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Druga (dolną) część interfejsu graficznego zawiera elementy graficzne służące do sterowania działaniem podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. **Sposób diagnozowania** – element pozwalający wybrać sposób diagnozowania (diagnozowanie lokalne, diagnozowanie systemowe). Wybór dotyczy diagnozowania systemów roboczych pracujących na różnych stanowiskach, oraz systemów komputerowych różnych stanowisk. **Czas opóźnienia** – element jest aktywny tylko gdy wybrane zostało diagnozowanie lokalne. Pozwala on ustawić czas jaki musi upłynąć pomiędzy kolejnymi diagnozowaniami.



Rys. 4. Wygląd głównego okna interfejsu graficznego

Metoda diagnostyczna – element jest aktywny tylko gdy wybrane zostało diagnozowanie systemowe. Pozwala on wybrać metodę diagnostyczną (opiniowanie diagnostyczne, dialog diagnostyczny) używaną do diagnozowania systemowego. Wybór dotyczy diagnozowania systemów roboczych pracujących na różnych stanowiskach, oraz systemów komputerowych różnych stanowisk.

Diagnozowane podsystemy STIAR – ten element jest ściśle związany z nadzorowanym systemem roboczym, w tym przypadku STIAR. Umożliwia on wybór podsystemów systemu telekonferencyjnego STIAR (podsystem obsługi video, podsystem obsługi audio, podsystem obsługi planszetu, podsystem obsługi tekstu), które będą brane pod uwagę podczas diagnozowania.

Skuteczność kontrolna testów – element pozwalający wybrać odpowiedni zestaw testów o różnej skuteczności kontrolnej (mała skuteczność kontrolna, średnia skuteczność kontrolna, duża skuteczność kontrolna). Im większa skuteczność kontrolna testów, tym testowanie trwa odpowiednio dłużej.

Struktura logiczna – element pozwalający wybrać strukturę logiczną systemu diagnostycznego (gwiazda, pierścień, drzewo, mieszana), która zostanie użyta do przesyłania poleceń i danych diagnostycznych.

Protokół komunikacyjny – element pozwalający wybrać protokół komunikacyjny i sposób adresowania stanowisk (TCP, UDP, *unicast*, *multicast*, *broadcast*), które zostaną użyte do przesyłania poleceń i danych diagnostycznych do innych stanowisk.

Lista stanowisk – element pozwalający dodawać, usuwać i edytować listę adresów stanowisk wchodzących w skład systemu wielostanowiskowego.

Stanowisko – element pozwalający wprowadzić adres stanowiska, z którym połączenie będzie sprawdzane przy pomocy polecenia **Sprawdź połączenie** lub, na którym zostanie utworzony poleceniem **Utwórz raport zdalny** i przesłany do danego stanowiska raport diagnostyczny.

Wprowadź nowe parametry – element pozwalający zatwierdzić nowe parametry konfiguracyjne podsystemu i przesłać je na wszystkie stanowiska wchodzące w skład systemu wielostanowiskowego.

Rozpocznij (Zakończ) diagnozowanie systemu STIAR – element pozwalający rozpocząć lub zakończyć diagnozowanie systemu telekonferencyjnego STIAR. Jeżeli wybrano diagnozowanie lokalne to polecenie przesyłane jest na wszystkie pozostałe stanowiska systemu. Jeżeli wybrano diagnozowanie systemowe to diagnozowanie wykonywane jest zgodnie ze strukturą logiczną systemu diagnostycznego.

Rozpocznij (Zakończ) diagnozowanie systemu komputerowego – element pozwalający rozpocząć diagnozowanie systemu komputerowego stanowiska. Jeżeli wybrano diagnozowanie lokalne to polecenie przesyłane jest na wszystkie inne stanowiska systemu. Jeżeli wybrano diagnozowanie systemowe to diagnozowanie wykonywane jest zgodnie ze strukturą logiczną systemu diagnostycznego.

Rozpocznij (Zakończ) diagnozowanie podsystemu – element pozwalający rozpocząć diagnozowanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Utwórz raport lokalny – element pozwalający utworzyć i wyświetlić w osobnym oknie (Rys. 5) raport diagnostyczny sporządzony na podstawie danych o stanie systemu roboczego pracującego na danym stanowisku.

Utwórz raport zdalny – element pozwalający utworzyć i wyświetlić w osobnym oknie (Rys. 5) raport diagnostyczny sporządzony na podstawie danych o stanie systemu roboczego pracującego na innym stanowisku systemu. Do stanowiska określonego przez element **Stanowisko** przesyłane jest polecenie utworzenia raportu, a gotowy raport jest przesyłany z powrotem do danego stanowiska.

Wyświetl okno raportów – element pozwalający otworzyć okno raportów diagnostycznych (Rys. 5).

Sprawdź połączenie – element pozwalający sprawdzić połączenie ze stanowiskiem określonym przez element **Stanowisko**. Do określonego stanowiska przesyłane jest polecenie połączenia. Efekt polecenia (nawiązanie lub nie nawiązanie połączenia) wyświetlany w postaci odpowiedniego komunikatu na standardowym wyjściu.

Zakończ działanie interfejsu – element pozwalający zakończyć działanie interfejsu graficznego, zamknąć okno główne, bez kończenia działania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Zakończ działanie podsystemu – element pozwalający zakończyć działanie interfejsu graficznego i działanie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji.

Okno raportów diagnostycznych (Rys. 5) służy do przedstawienia w formie graficznej raportów o stanie systemu roboczego, w tym przypadku systemu telekonferencyjnego STIAR, uruchomionego na określonym stanowisku. Za pomocą odpowiednich elementów pokazane są stany wszystkich diagnozowanych podsystemów systemu STIAR. W oknie umieszczone są nazwy podsystemów systemu STIAR oraz ich status i stan.

Status danego podsystemu określa czy jest on uruchomiony na danym stanowisku czy nie (odpowiednio Włączony, Wyłączony). Stan danego podsystemu określa czy jest on w stanie zdatności funkcjonalnej czy w stanie niezdatności funkcjonalnej (odpowiednio Zdatny, Niezdatny). Jeżeli dany podsystem nie został uruchomiony na danym stanowisku to jego stan nie jest określony.



Rys. 5. Okno raportów diagnostycznych

Dodatkowo okno raportów diagnostycznych zawiera także informację o efektywności działania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Jest ona określana liczbą przeprowadzonych diagnozowań i liczbą przeprowadzonych rekonfiguracji.

4. Specyfikacja projektowa

4.1. Środowisko pracy podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji

Dotychczas system telekonferencyjny STIAR został zaimplementowany tylko na komputerach firmy Sun z procesorami SPARC i kartami SunVideo pracującymi pod

kontrolą systemu operacyjnego Solaris. Wobec tego projekt podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji dotyczy tylko tego środowiska sprzętowo-programowego.

Solaris to system operacyjny pracujący na platformach SPARC, Intel i PowerPC. Został on zbudowany na bazie UNIX SVR4 - SunOS, którego podstawowe cechy są następujące:

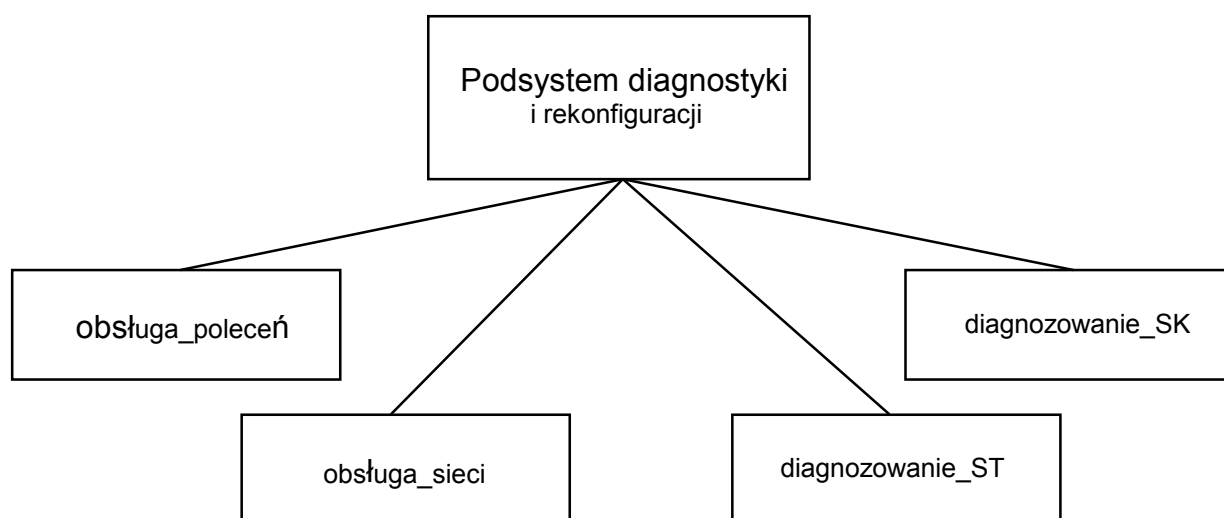
- Architektura 32-bitowa. Wieloużytkowość, wielozadaniowość i wielowątkowość;
- Obsługa wielu procesorów (do 8 dla Intel/Pentium i do 32 dla SPARC);
- Pełna obsługa sieci na bazie TCP/IP i NFS z wdrożeniem wszystkich elementów ONC+ (*Open Network Computing*), takich jak RPC, XDR i NIS+ (*Network Information Service*);
- System *CacheFS* znacznie redukujący obciążenie sieci i zapewniający szybką pracę stacji typu klient;
- *AutoFS*, czyli automonter ułatwiający dostęp do systemu plików w sieci;
- PPP, czyli system łączności TCP/IP na bazie portów szeregowych;
- Zgodność ze standardami POSIX 1003.4 i 1003.2;
- System bezpieczeństwa C2 i opcjonalnie Kerberos;
- Wielowątkowe biblioteki sieciowe podnoszące szybkość systemów dystrybucyjnych;
- Wdrożenie plików *Journaled File System*, co skraca czas naprawy systemów plików;
- Autokonfiguracja jądra UNIX w zależności od wykrytych urządzeń.

Nieodłącznym elementem Solarisa jest graficzne środowisko pracy **OpenWindows**, oparte na systemie *X-Window X11R5* (sieciowy standard graficzny UNIX) z pełnym wdrożeniem *Adobe Display PostScript Level II*. Standardowym menadżerem okien jest tzw. *Open Windows Manager* (olwm), ale Solaris jest także przygotowany do obsługi aplikacji *Motif*. Opcjonalny pakiet SDK (*Software Developer's Kit*) zawiera także menadżer *Motif* (mwm). Ponadto w *Open Windows* znajdują się następujące elementy:

- XIL (wydajny system grafiki obrazowej wideo),
- XGL (grafika trój-wymiarowa),
- PEX (specjalny system obsługi grafiki w środowisku sieciowym),
- XTL-Teleservices (telefon komputerowa),
- Obsługa standardu *Kodak PhotoCD* (specjalny sposób przechowywania obrazów).

Razem z Solarisem użytkownik otrzymuje do ręki zestaw gotowych do pracy aplikacji **Deskset** (*File Manager, PrintTool, TapeTool, Performance Meter, Workstation Info, AudioTool, ImageTool, Text Editor, Snapshot, Calculator, Clock, Calendar Manager, MIME e-mail* i inne).

4.2. Ogólna struktura podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji



Rys. 6. Struktura podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji

Zaprojektowany podsystem diagnostyki i rekonfiguracji składa się z czterech współpracujących ze sobą modułów (Rys. 6). Każdy z modułów będzie uruchamiany jako oddzielny proces programowy. W niniejszym opracowaniu zamieszczono tylko specyfikację najwyższego poziomu. Pełną specyfikację projektową można znaleźć w [2]. Moduł „*obsługa_poleceń*” realizuje zadania określone w specyfikacji funkcjonalnej dla procesów „*Obsługa poleceń administracyjnych*”, „*Samodiagnozowanie i samorekonfigurowanie podsystemu*” i „*Tworzenie komunikatów i raportów*”. Moduł „*obsługa_sieci*” realizuje zadania określone w specyfikacji funkcjonalnej dla procesu „*Obsługiwanie połączeń sieciowych*”. Moduł „*diagnozowanie_ST*” realizuje zadania określone w specyfikacji funkcjonalnej dla procesu „*Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu telekonferencyjnego*”. Moduł „*diagnozowanie_SK*” realizuje zadania określone

w specyfikacji funkcjonalnej dla procesu „*Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego*”.

4.3. Struktury danych

Plik ***parametry*** - zawiera informacje o parametrach konfiguracyjnych podsystemu. Plik składa się z jednego rekordu.

Format rekordu:

SposobDiag:MetodaDiag:CzasOP:Struktura:Podsystemy:Skuteczosc:Protokol:Lista

Opis pól

SposobDiag - sposób diagnozowania (diagnozowanie lokalne, systemowe),

MetodaDiag - metoda diagnostyczna (dialog diagnostyczny, opiniowanie diagnostyczne),

CzasOP – czas opóźnienia (0 – 100),

Struktura – struktura logiczna systemu diagnostycznego (gwiazda, pierścień, drzewo, mieszana),

Podsystemy – podsystemy systemu STIAR, które mają być diagnozowane (video, audio, planszet, tekst),

Skuteczosc – skuteczność kontrolna testów użytych do testowania systemu STIAR i systemu komputerowego (mała skuteczność kontrolna, średnia skuteczność kontrolna, duża skuteczność kontrolna),

Protokol – protokół transportowy używany do wymiany informacji pomiędzy stanowiskami (TCP, UDP, unicast, multicast),

Lista – lista stanowisk wchodzących w skład systemu wielostanowiskowego.

Plik ***polecenia*** - zawiera polecenia do przesłania do innego stanowiska. Plik składa się z jednego rekordu.

Format rekordu:

IdStanowiska:NazwaPolecenia

Opis pól

IdStanowiska – identyfikator stanowiska, do którego ma zostać wysłane polecenie.

NazwaPolecenia – nazwa polecenia, które ma być wysłane do innego stanowiska.

Plik **wyniki ST** zawiera informacje o wynikach przeprowadzonego testowania systemu telekonferencyjnego STIAR. Plik składa się z kilku rekordów.

Format rekordu:

NrTestu:RodzajTestu:WynikTestu

Opis pól

NrTestu – kolejny numer przeprowadzonego testu systemu STIAR,

RodzajTestu – rodzaj testu jaki został zastosowany,

WynikTestu – wynik testu.

Plik **stany ST** zawiera informacje o stanie systemu roboczego (systemu telekonferencyjnego STIAR) po przeprowadzeniu wnioskowania na podstawie wyników testów. Plik składa się z kilku rekordów.

Format rekordu:

NazwaPodsystemu:StatusPodsystemu:StanPodsystemu

Opis pól

NazwaPodsystemu – nazwa podsystemu systemu STIAR,

StatusPodsystemu – informacja czy dany podsystem został uruchomiony,

StanPodsystemu – informacja czy dany podsystem znajduje się w stanie zdolności funkcjonalnej,

Plik **wyniki SK** zawiera informacje o wynikach przeprowadzonego testowania systemu komputerowego stanowiska. Plik składa się z kilku rekordów.

Format rekordu:

NrTestu:RodzajTestu:WynikTestu

Opis pól

NrTestu – kolejny numer przeprowadzonego testu systemu komputerowego,

RodzajTestu – rodzaj testu jaki został zastosowany,

WynikTestu – wynik testu.

Plik ***stany SK*** zawiera informacje o stanie systemu komputerowego stanowiska po przeprowadzeniu wnioskowania na podstawie wyników testów. Plik składa się z kilku rekordów.

Format rekordu:

NazwaElementu:StanElementu

Opis pól

NazwaElementu – nazwa elementu systemu komputerowego stanowiska,

StanElementu – informacja czy dany element znajduje się w stanie zdolności funkcjonalnej,

Plik ***raporty*** zawiera raporty diagnostyczne statystyczne o stanie systemu telekonferencyjnego STIAR i systemu komputerowego. Plik składa się w kilku rekordów.

Format rekordu:

IdStanowiska:IdRaport:TrescRaportu

Opis pól

IdStanowiska – identyfikator stanowiska, z którego przysłano raport,

IdRaport – identyfikator raportu,

TrescRaportu – treść raportu.

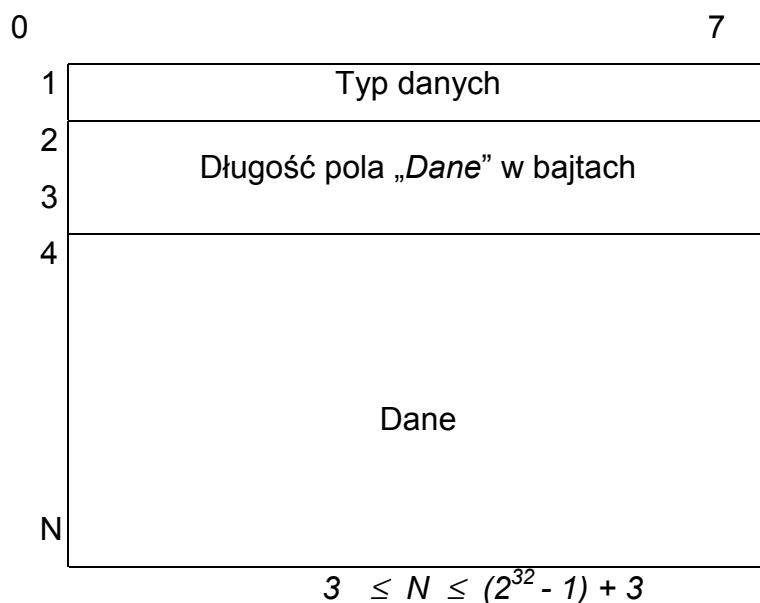
4.4. Protokoły komunikacyjne

4.4.1. Protokół warstwy procesu DiagProt1

Protokół DiagProt1 jest protokołem opracowanym przez W. Suleja. Służy on do przesyłania danych diagnostycznych pomiędzy stanowiskami i do sterowania procesem diagnozowania systemowego.

Przesyłanie danych

Dane diagnostyczne są przesyłane pomiędzy stanowiskami za pomocą protokołu *DiagProt1*. Każdy pakiet zawiera identyfikator danych, które są aktualnie przesyłane. Kolejność przesyłania danych zależy od struktury logicznej systemu diagnostycznego. Protokół *DiagProt1* umożliwia, w zależności od potrzeb, przesyłanie danych w pierścieniu, zgodnie ze strukturą gwiazdy, a także drzewa i innych struktur mieszanych. Odebranie danych jest potwierdzane przez odbiorcę poprzez wysłanie pakietu potwierdzenia.



Nazwa pakietu	Typ danych
Start	1
Polecenie	2
potwierdzenie	3
wyniki_ST	4
stany_ST	5
wyniki_SK	6
stany_SK	7
Raport	8
Stop	9

Rys. 7. Struktura pakietów protokołu *DiagProt1*

Sterowanie diagnozowaniem systemowym

Diagnozowanie jest inicjowane poprzez wysłanie pakietu **start** do wszystkich stanowisk z listy. W czasie diagnozowania systemowego protokół *DiagProt1* jest używany do sterowania przebiegiem diagnozowania na różnych stanowiskach. Dane diagnostyczne przesyłane są od stanowiska do stanowiska zgodnie ze strukturą logiczną i na każdym stanowisku wykonywane jest testowanie systemu roboczego lub systemu komputerowego. Wyniki testowania docierają do jednego wyznaczonego stanowiska, które przeprowadza wnioskowanie na podstawie wyników testów z pozostałych stanowisk. Następnie uzyskane opinie o systemach pracujących na różnych stanowiskach są przesyłane do właściwych stanowisk, których te opinie dotyczą. Przesyłanie znowu odbywa się zgodnie ze strukturą logiczną. Po dotarciu opinii na właściwe stanowisko następuje rekonfiguracja, jeżeli zostały stwierdzone jakiegokolwiek niezdatności funkcjonalne diagnozowanych systemów. Następnie cykl jest powtarzany, aż do zatrzymania pracy podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji. Zatrzymanie podsystemów na różnych stanowiskach odbywa się poprzez wysłanie pakietu **stop**. Na rys. 7 przedstawiono strukturę pakietów protokołu *DiagProt1*.

4.4.2. Protokoły warstwy transportowej

Warstwa transportowa zapewnia bezpośrednie połączenie między końcowymi systemami wymieniającymi informacje. W standardowym protokole TCP/IP można wyróżnić pod względem sposobu adresowania dwa rodzaje pakietów:

- Pakiety typu **unicast** adresowane do jednego konkretnego odbiorcy - na konkretny adres IP danego komputera,
- Pakiety typu **broadcast**, wykorzystywane na ogół przez protokoły sieciowe do wewnętrznych celów „administracyjnych” (np. ustalenie przyporządkowania adresów IP do adresów fizycznych), odbierane przez wszystkie komputery w lokalnej podsieci.

Podstawowymi protokołami stosowanymi do transmisji powyższego typu stosowane są:

- **User Datagram Protocol (UDP)** - standard Internetu opisany w RFC 786. Protokół komunikacyjny zawodnego (bez potwierdzeń i retransmisji zgubionych pakietów),

bezpołączeniowego dostarczania pakietów wykorzystywanym m.in. przez DNS i NFS. Jego bezpołączeniowa natura powoduje trudności z dostarczaniem usług opartych na UDP przez wszelkiego rodzaju zapory sieciowe.

- **Transport Control Protocol (TCP)** - standard Internetu zdefiniowany w RFC 793, Działający na bazie IP protokół komunikacyjny zapewniający przesyłanie danych niezawodnymi strumieniami, specyfikujący format danych, procedury potwierdzeń dotarcia danych, rozróżniania poszczególnych odbiorców oraz usług przypisanych do TCP.

Multicasting, opisany przez dokument RFC 1112, wprowadza trzeci rodzaj adresowania. Pozwala on przesyłać pakiety do wielu, ale nie wszystkich, lecz tylko wybranej grupy komputerów naraz, i to nie tylko w obrębie sieci lokalnej, ale również w całym Internecie. Adres *multicastingowy* określa grupę komputerów, do których wysyłany jest pakiet. Sposób używania tego adresu jest jednak niejako odwrotny do zwykłych adresów IP. Zwykły adres IP jest jednoznacznie przypisany do określonego komputera, do którego chcemy wysłać pakiet. Adres *multicastingowy* związany jest raczej z daną sesją, nadawanym ciągiem pakietów, niż z jakimkolwiek konkretnym komputerem. Aby zrealizować za pomocą *multicastingu* użyteczną transmisję, potrzebny jest protokół warstwy transportowej, będący odpowiednikiem stosowanych w *unicastingu* TCP bądź UDP.

Protokołami stosowanymi podczas transmisji typu *multicast* są:

- **Real-time Transport Protocol (RTP)** – wykorzystywany przede wszystkim na potrzeby realizowanych w czasie rzeczywistym transmisji audio i wideo, gdzie potwierdzanie dotarcia pakietu do adresata i ponawianie transmisji w przypadku przekłamań jest niepotrzebne, a nawet niewskazane. Z tego powodu jest to podstawowy protokół stosowany w *multicastingu*. Jest on odpowiednikiem *unicastingowego* UDP. RTP zapewnia zachowanie właściwej kolejności odbieranych pakietów, nie gwarantuje jednak - analogicznie do UDP - dotarcia pakietów w nienaruszonej postaci (ani dotarcia w ogóle) do adresata. Z protokołu tego korzystają m.in. powszechnie używane obecnie aplikacje audio/video.

- **Multicast Transport Protocol (MTP)** – *multicastowy* odpowiednik TCP, gwarantuje dostarczenie danych w nienaruszonej postaci.

5. Obsługa podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji

Uruchomienie podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji polega na uruchomieniu programu interfejsu graficznego i wszystkich czterech modułów podsystemu.

5.1. Wprowadzanie parametrów

Po uruchomieniu podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji pokaże się główne okno interfejsu graficznego. Zmieniając stan odpowiednich elementów graficznych interfejsu administrator może zmieniać parametry konfiguracyjne podsystemu czyli wpływać na pracę podsystemu. Zmiany odnoszą skutek dopiero po naciśnięciu przycisku **Wprowadź nowe parametry**. Modyfikowany jest wtedy odpowiedni plik konfiguracyjny i parametry zostają zapamiętane. Dodatkowo przesyłane są one na wszystkie stanowiska, których adres znajduje się na liście stanowisk współpracujących.

5.2. Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu telekonferencyjnego STIAR

Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu roboczego (systemu telekonferencyjnego STIAR) rozpoczyna się po wciśnięciu przycisku **Rozpocznij diagnozowanie systemu STIAR**. Nazwa tego przycisku po naciśnięciu zmienia się na **Przerwij diagnozowanie systemu STIAR**. W pierwszej kolejności następuje sprawdzenie - jaki sposób diagnozowania został wybrany. Jeżeli jest to diagnozowanie systemowe to sterowanie procesem diagnozowania przebiega zgodnie z protokołem *DiagProt1*.

Jeżeli jest to diagnozowanie lokalne to do wszystkich stanowisk z listy przesyłane jest polecenie rozpoczęcia diagnozowania lokalnego. Jednocześnie na danym stanowisku rozpoczyna się diagnozowanie systemu roboczego. Jeżeli w wyniku diagnozowania zostanie stwierdzony brak lub wadliwe działanie dowolnego podsystemu systemu roboczego to następuje rekonfiguracja. Po tych działaniach podsystem przerywa pracę na czas określony w parametrach (czas opóźnienia). Po upływie tego czasu

diagnozowanie jest ponawiane. Taki cykl powtarza się, aż do wciśnięcia przycisku **Przerwij diagnozowanie systemu STIAR**. Wtedy to na wszystkich stanowiskach diagnozowanie jest przerywane.

5.3. Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego

Diagnozowanie i rekonfigurowanie systemu komputerowego rozpoczyna się po wciśnięciu przycisku **Rozpocznij diagnozowanie systemu komputerowego**. Nazwa tego przycisku po naciśnięciu zmienia się na **Przerwij diagnozowanie systemu komputerowego**. W pierwszej kolejności następuje sprawdzenie - jaki sposób diagnozowania został wybrany, jeżeli jest to diagnozowanie systemowe to sterowanie procesem diagnozowania przebiega zgodnie z protokołem *DiagProt1*.

Jeżeli jest to diagnozowanie lokalne to do wszystkich stanowisk z listy przesyłane jest polecenie rozpoczęcia diagnozowania lokalnego. Jednocześnie na danym stanowisku rozpoczyna się diagnozowanie systemu komputerowego. Jeżeli w wyniku diagnozowania zostanie stwierdzony brak lub wadliwe działanie elementu systemu komputerowego to następuje rekonfiguracja. Po tych działaniach podsystem zawiesza swoje działanie na czas określony w parametrach (czas opóźnienia). Po upływie tego czasu diagnozowanie jest ponawiane. Taki cykl powtarza się, aż do wciśnięcia przycisku **Przerwij diagnozowanie systemu komputerowego**. Wtedy to na wszystkich stanowiskach diagnozowanie jest przerywane.

5.4. Tworzenie raportów diagnostycznych

Utworzenie raportu diagnostycznego o stanie systemu roboczego, pracującego na danym stanowisku, rozpoczyna się po wciśnięciu przycisku **Utwórz raport lokalny**. Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji tworzy raport na podstawie pobranych ostatnio informacji o stanie systemu roboczego i powoduje wyświetlenie jego treści w oknie raportów diagnostycznych.

Utworzenie raportu diagnostycznego o stanie systemu roboczego pracującego na innym stanowisku wchodzącym w skład systemu wielostanowiskowego rozpoczyna się po wpisaniu do pola **Stanowisko**: adresu stanowiska, na którym utworzony będzie raport

i wciśnięciu przycisku **Utwórz raport zdalny**. Wysyłane jest wówczas do danego stanowiska polecenie *UtwórzRaport* i na nim tworzony jest raport, na podstawie pobranych ostatnio informacji o stanie systemu roboczego. Raport jest przesyłany na stanowisko, z którego przyszło żądanie i na tym stanowisku jego treść wyświetlana jest w oknie raportów diagnostycznych.

6. Integracja podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji z systemem STIAR i innymi systemami

Aby podsystem diagnostyki i rekonfiguracji mógł kontrolować pracę systemu roboczego, niezbędne było opracowanie wspólnego interfejsu. Główną część interfejsu stanowi plik **diagnostyka**. System roboczy musi w trakcie swojej pracy dokonywać wpisów o aktualnie uruchomionych podsystemach do tego pliku. Plik **diagnostyka** określa podsystemy, które zostały uruchomione na danym stanowisku czyli identyfikatory i nazwy procesów realizujących funkcje tych podsystemów. Zawiera także ścieżki dostępu i nazwy programów, które mają być uruchomione, jeżeli stwierdzony zostanie brak danego procesu. Plik składa się z kilku rekordów.

Format rekordu:

Proces_Id:Nazwa_Procesu:Sciezka:Dodatkowe_argumenty

Opis pól

Proces_Id – identyfikator procesu realizującego funkcje dowolnego podsystemu (np. podsystemu obsługi video),

Nazwa_Procesu – nazwa procesu realizującego funkcje dowolnego podsystemu (np. podsystemu obsługi video); program, który ma zostać uruchomiony, jeżeli stwierdzony zostanie brak procesu o identyfikatorze *Proces_Id*,

Sciezka – ścieżka dostępu do programu, który ma zostać uruchomiony, jeżeli stwierdzony zostanie brak procesu o identyfikatorze *Proces_Id*,

Dodatkowe_argumenty – dodatkowe argumenty potrzebne podczas uruchamiania danego program (x – gdy do uruchomienia nie potrzebne są dodatkowe argumenty).

Uruchamiając podsystem, którego działanie będzie diagnozowane, system roboczy musi dokonać odpowiedniego (zgodnego z formatem) wpisu do pliku **diagnostyka**. Na podstawie wpisów tam zawartych podsystem diagnostyki i rekonfiguracji ustala, które podsystemy zostały uruchomione (rozpoznaje odpowiednie procesy). Następnie przechodzi do testowania poszczególnych procesów.

Korzystając z funkcji systemowych, poprzez wysłanie sygnału wykonuje sprawdzenie czy dany proces działa. Jeżeli podsystem stwierdzi, że brakuje danego procesu, to uruchamia odpowiedni program na podstawie wpisu w pliku diagnostyka oraz uaktualnia ten wpis (wpisuje nowy identyfikator procesu). Jeżeli system roboczy zatrzymuje wybrany podsystem to musi usunąć odpowiadający mu wpis w pliku **diagnostyka**. W przeciwnym przypadku, brak procesu realizującego funkcje danego podsystemu zostanie rozpoznany przez podsystem diagnostyki i rekonfiguracji jako błąd.

Przykładowe wpisy do pliku diagnostyka i ich interpretacja

```
1257 : odbiornik : /home/usr/bin/ : adam@smerek
1587 : nadajnik : ./bin/ : x
1602 : odbiornik : ./ : damian@halicz
1873 : _tekst : ../bin/tekst/ : 174.56.124.32 smerek
2162 : audio : /audio/ : 12 230 21
```

Powyższy wpis oznacza, że na danym stanowisku zostały uruchomione: podsystem obsługi video (proces nadajnik), podsystem obsługi audio (proces audio) i podsystem obsługi tekstu (proces _tekst) oraz dodatkowo, że dane video odbierane są także z dwóch innych stanowisk (procesy odbiornik).

Dla przykładu, diagnozowanie działania podsystemu obsługi video będzie polegało na sprawdzeniu czy działają wszystkie procesy o nazwach nadajnik i odbiornik o podanych identyfikatorach. Aby sprawdzić czy poprawnie działa wysyłanie obrazu do innych stanowisk sprawdzany jest proces nadajnik (sprawdzenie realizowane jest poprzez wysłanie sygnału do procesu o identyfikatorze 1587). Jeżeli zostanie stwierdzony brak procesu nadajnik, to wtedy podsystem uruchamia program (proces) nadajnik z katalogu bin, bez dodatkowych argumentów, a w miejsce starego identyfikatora w pliku **diagnostyka** wpisuje nowy identyfikator uruchomionego procesu.

W założeniach na podsystem diagnostyki i rekonfiguracji zapisano, że powinien on być mechanizmem uniwersalnym. Wszystkie inne systemu działające na podobnych zasadach jak system telekonferencyjny STIAR mogą być także diagnozowane i rekonfigurowane przez podsystem, jeżeli dostosują się do interfejsu czyli spełnią powyższe warunki.

7. Narzędzia implementacyjne

Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji został zaimplementowany w języku C++. Do implementacji wykorzystano oprogramowanie narzędziowe służące do tworzenia, uruchamiania, testowania, instalacji i pielęgnacji oprogramowania. Do grupy tej należą m. in.:

- oprogramowanie do tworzenia prototypu systemu i jego wstępnego testowania - środowisko *SPARCworks Professional C++ Development Environment* wersja 3.0.1 wraz z kompilatorem *SPARCCompiler C++* wersja 4.0.1,
- oprogramowanie wspomagające tworzenie graficznego interfejsu użytkownika - pakiet *OpenWindow Developer's Guide* wersja 3.0.1,
- oprogramowanie wspomagające wytworzenie modelu procesów i przetwarzania informacji - pakiet programowy CASE o nazwie *Software through Pictures* firmy AONIX.

7.1. Pakiet OpenWindow Developer's Guide

Pakiet *OpenWindow Developer's Guide* (DEVGUIDE) jest pakietem narzędziowym dostępnym w środowisku systemu operacyjnego Solaris. Pakiet ten umożliwia tworzenie graficznego interfejsu użytkownika według standardu *Open Look*. Określenie poszczególnych elementów interfejsu odbywa się poprzez wskazywanie i przemieszczanie po ekranie w tzw. obszarze roboczym ich reprezentacji graficznych (ikon). Dotyczy to takich elementów jak okna, obszary sterowania, przyciski ekranowe, menu i innych. DEVGUIDE współpracuje z dwoma generatorami kodu programów źródłowych:

- GXV - służy do generowania aplikacji Xview,
- GOLIT - służy do generowania aplikacji OLIT.

7.2. Pakiet Software through Pictures firmy AONIX

Software through Pictures (StP) firmy AONIX to zintegrowany pakiet narzędziowy tworzący środowisko technologiczne do analizy, projektowania i pielęgnacji systemu informatycznego według najnowszych osiągnięć inżynierii oprogramowania. Dostępna wersja pakietu umożliwia implementację zaprojektowanego systemu w języku C. Pakiet umożliwia:

- utrzymanie spójnej, kompletnej i standaryzowanej dokumentacji projektu w pełnym cyklu jego wytwarzania i pielęgnacji,
- automatyzację procesu zarządzania realizacją projektu.

Zakres zastosowań pakietu StP / SE (*Software through Pictures / Structured Environment*):

- a) Analiza funkcji metodą SA (*Structured Analysis - Yourdon, De Marco, Gane/Sarson*):
 - edytor DFE (*Data Flow Editor*) pakietu StP/SE,
 - edytor DSE (*Data Structure Editor*)
- b) Projekt funkcji systemu metodą SD (*Structured Design - Yourdon, Constantine*):
 - edytor SCE (*Structure Chart Editor*) pakietu StP/SE,
 - edytor FCE (*Flow Chart Editor*) pakietu StP/SE,
 - edytor DSE (*Data Structure Editor*).
- c) Analiza funkcji systemów czasu rzeczywistego metodą SA-RT (*Structured Analysis for Real Time - Hatley/Pirbhai*):
 - edytor DFE (*Cspec*) pakietu StP/SE,
 - edytor STE (*State Transition Editor*) pakietu StP/SE,
 - edytor SCE (*Structure Chart Editor*) pakietu StP/SE.
- d) Generowanie kodu źródłowego programu w wybranych językach programowania:
 - pakiet StP/SE dla języka C.

Na wykorzystywany pakiet StP/SE nałożone były ograniczenia wynikające z umowy licencyjnej. Ograniczenia te uniemożliwiały pełne wykorzystanie możliwości tego pakietu.

8. Podsumowanie

Celem pracy, której skrócony opis wyników przedstawiono w niniejszym artykule, był projekt i implementacja „Podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji dla systemu telekonferencyjnego STIAR”. Jest to podsystem umożliwiający testowanie istniejącego już systemu telekonferencyjnego STIAR i podejmowanie odpowiednich działań w przypadku stwierdzenia jego nieprawidłowego działania. Podsystem rozszerza funkcjonalność systemu telekonferencyjnego STIAR o elementy związane z bezpieczną i bezawaryjną pracą.

Od początku system telekonferencyjny STIAR wraz z dołączanymi kolejno podsystemami powstawał w Instytucie Automatyki i Robotyki, a jego współtwórcami byli pracownicy instytutu i studenci ostatnich lat Wydziału Cybernetyki specjalności *systemy komputerowe*. Rozłożenie w czasie prac projektowych, złożoność przedsięwzięcia, wieloosobowa grupa projektowa oraz ograniczone możliwości komunikacji między jej członkami, wymuszają zastosowanie nowoczesnych metod analizy i projektowania. Dlatego w cyklu rozwojowym systemu telekonferencyjnego STIAR i jego dodatkowych podsystemów zastosowane zostało narzędzie CASE *Software through Pictures* (StP) firmy AONIX - zintegrowany pakiet tworzący środowisko technologiczne do analizy, projektowania i pielęgnacji systemu informatycznego, umożliwiające utrzymanie spójnej, kompletnej i standaryzowanej dokumentacji projektu w pełnym cyklu jego wytwarzania. W celu zachowania pełnej zgodności z dotychczasową dokumentacją, podczas projektowania podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji również stosowano opisane metody.

Prace nad podsystemem diagnostyki i rekonfiguracji nie zostały zakończone. Stworzony został w zasadzie szkielet podsystemu oraz podstawowe elementy modułów obsługi poleceń i podstawowe elementy modułów diagnostycznych. Duże nakłady pracy zostały poniesione na modyfikację systemu STIAR, ponieważ do tej pory nie przewidywano możliwości jego diagnozowania.

Dotychczas w pełni działające podsystemy systemu telekonferencyjnego STIAR to podsystem obsługi video i podsystem obsługi tekstu. Z tego powodu tylko dla tych podsystemów opracowano odpowiednie procedury diagnostyczne. Opracowane procedury diagnostyczne pozwalają stwierdzić czy dany podsystem działa (jest uruchomiony), czy nie działa na danym stanowisku. Natomiast nie można stwierdzić, czy pomimo uruchomienia dany podsystem prawidłowo wykonuje swoje funkcje. Taki więc dalszy

rozwój podsystemu diagnostyki i rekonfiguracji powinien iść w kierunku opracowania szerszych procedur diagnostycznych dla systemu telekonferencyjnego STIAR. Dodatkowo należy opracować zbiór uniwersalnych procedur diagnostycznych, które będą mogły być wykorzystane w dowolnym systemie roboczym.

Także diagnozowanie systemu komputerowego stanowiska, na którym działa system telekonferencyjny STIAR, powinno ulec rozwojowi. Dotychczas wykonywane jest proste testowanie procesora i testowanie karty do obsługi kamery (grabbera). W dalszych pracach należy opracować nowe testy systemu komputerowego, które pozwolą na zdiagnozowanie innych elementów systemu komputerowego (przede wszystkim kartę dźwiękową, graficzną i sieciową).

W wyniku prowadzenia dalszych prac nad podsystemem diagnostyki i rekonfiguracji systemu telekonferencyjnego STIAR możliwe będzie włączenie do zakresu nauczania studentów Wydziału Cybernetyki zagadnień związanych z multimedialnymi systemami rozproszonymi i ich diagnostyką. Jest to w tej chwili tematyka budząca duże zainteresowanie i mająca duże zastosowanie praktyczne, ponieważ umożliwi studentom rozwinięcie swoich umiejętności w zakresie budowy oprogramowania sieciowego i technik budowy systemów rozproszonych.

Literatura

- [1] Z. Suski, K. Olszewski, S. Musiał, G. Kropiewnicki, *Multimedialny System Konferencyjny. Specyfikacja wymagań*, Biuletyn IAiR 2/96, WAT, Warszawa 1996.
- [2] W. Sulej, *Podsystem diagnostyki i rekonfiguracji dla systemu telekonferencyjnego STIAR*, Praca dyplomowa WAT, Warszawa 2000.
- [3] *Software through Pictures / Structed Environment – SE Handbook*
- [4] *Software through Pictures / Structed Environment – Creating SE Models*
- [5] D. J. Hatley, I. A. Pirbhai, *Strategies for real-time system specification*, Dorsert Hause Publishing Co, Nowy Jork 1988.
- [6] S. Goldsmith, *A practical guide to real-time systems development*, Prentice Hall International (UK) Ltd., Londyn 1993.
- [7] M. Flasiński, *Wstęp do analitycznych metod projektowania systemów informatycznych*, WNT, Warszawa 1997.
- [8] R. Kulesza, *Podstawy diagnostyki sieci logicznych i komputerowych*, Biuletyn IAR WAT, Warszawa 1999.
- [9] W. R. Stevens, *Programowanie zastosowań sieciowych w systemie UNIX*, WNT, Warszawa 1998.

Recenzent: dr hab. inż. Roman Kulesza, prof. WAT
Praca wpłynęła do redakcji: 30.06.2000