

SYSTEM INFORMATYCZNY WSPOMAGAJĄCY GROMADZENIE I ANALIZĘ DANYCH POZYSKIWANYCH W PROCESIE KOMPOSTOWANIA*

Paweł Promiński, Wojciech Mueller, Jacek Dach, Sebastian Kujawa

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. Proces badawczy przebiegu kompostowania wymaga gromadzenia różnorodnych informacji charakteryzujących ten proces, pozwalających na jego poznanie i kontrolę. Podjęta przez autorów problematyka badawcza dotycząca identyfikacji stopnia zaawansowania procesu kompostowania poprzez analizę obrazu badanej materii organicznej dodatkowo zwiększa wymagania odnośnie typu i ilości przechowywanych danych. W celu sprostania tym wymaganiom autorzy zaprojektowali i wytworzyli bazę danych wykorzystującą mechanizm FileStream oraz aplikację obsługującą tę bazę. Dzięki tym rozwiązaniom proces gromadzenia dużych plików graficznych (zdjęć kompostu), pomiarów z wielu czujników oraz powiązania tych informacji przebiega sprawnie i dużym stopniu automatycznie. Jednocześnie wykorzystane mechanizmy zapewniają integralność i bezpieczeństwo zgromadzonych pomiarów, a zaimplementowany moduł służący wizualizacji wyników badań ułatwia ich analizę.

Słowa kluczowe: aplikacja do gromadzenia danych, FileStream, kompostowanie, duże pliki

Wprowadzenie

Prowadzone w Instytucie Inżynierii Rolniczej od dłuższego czasu kompleksowe, wieloaspektowe badania procesu kompostowania organicznych pozostałości produkcji rolnej, podlegające permanentnemu rozszerzaniu dostarczają pokaźną pulę danych, które stwarzają problemy zarówno z perspektywy ich gromadzenia, jak i ich późniejszej analizy. Kolejne czynniki, jak zróżnicowana częstotliwość pomiaru poszczególnych wielkości fizycznych oraz występujące pewne opóźnienie w dostępie do części wyników uzyskiwanych z innych laboratoriów (np. skład chemiczny, pH, zdjęcia) czynią ów problem jeszcze bardziej nabrzmiałym. Pomiarów stężeń gazów takich jak dwutlenek węgla, tlen, metan dokonywane są rzadziej niż pomiar temperatury i wilgotności, a jednocześnie znacznie częściej niż pobieranie próbek, czy fotografowanie kompostującej materii z wykorzystaniem oświetlenia o różnej długości fali. Zakładając że badania prowadzone są jednocześnie w co najmniej czterech komorach, przy różnych częstotliwościach (od kilku minut do kilkunastu dni) pomiarów poszczególnych wielkości mających wpływ i pozwalających na analizę przebiegu procesu kompostowania, można dojść do wniosku, iż akwizycja i segregacja

* *Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2013 jako projekt badawczy nr N N313 273939.*

danych zarówno liczbowych, jak i w formie zdjęć bez silnego wsparcia informatycznego jest wysoce utrudniona, a w praktyce niemożliwa.

W związku z powyższym autorzy przystąpili do praktycznego rozwiązania problemu pozyskiwania i przechowywania danych w formie ułatwiającej ich analizę. Proces ten obejmował projektowanie i implementację, z wykorzystaniem wybranych nowoczesnych technik informatycznych, aplikacji wspomagającej proces gromadzenia, filtrowania, analizy i interpretacji danych liczbowych oraz informacji pozyskanych w postaci zdjęć cyfrowych na potrzeby pełniejszego rozpoznania procesu kompostowania i poszukiwania metody oceny tego procesu, która byłaby akceptowalna z utilitarnego punktu widzenia.

Technologie informatyczne

Ogromna moc obliczeniowa drzemiąca w obecnych komputerach osobistych może posłużyć usprawnieniu podjętego procesu badawczego. Koniecznym warunkiem powstania tego typu systemu jest dysponowanie odpowiednimi technologiami informatycznymi ukierunkowanymi na przetwarzanie dużej ilości danych w formie tekstu, liczb jak również w formie multimedialnej. Bezsportną kwestią wydaje się być również użycie, z istniejącej palety technologii, takich rozwiązań informatycznych, które umożliwią bezproblemową i łatwą rozbudowę systemu między innymi o mechanizmy współpracy z bazami analitycznymi. Zbiór wybranych technologii, spełniających postawione przez autorów kryteria, stanowiących podstawę w budowie systemu wspierającego badania "Kompost" tworzą:

- .NET Framework - niezależna platforma programistyczna integrująca wspólne środowisko uruchomieniowe oraz biblioteki klas. Ogromną zaletą tej platformy jest niezależność językowa – dzięki środowisku uruchomieniowemu wspólnego języka CLR (ang. Common Language Runtime) możliwa jest współpraca w ramach jednego projektu bibliotek napisanych w różnych językach (obecnie ponad 40 języków).
- Microsoft SQL Server 2008 R2 - najnowsza wersja systemu zarządzania bazą danych (SZBD), wykorzystująca język zapytań Transact-SQL oraz zapewniająca obsługę mechanizmu *Filestream*.

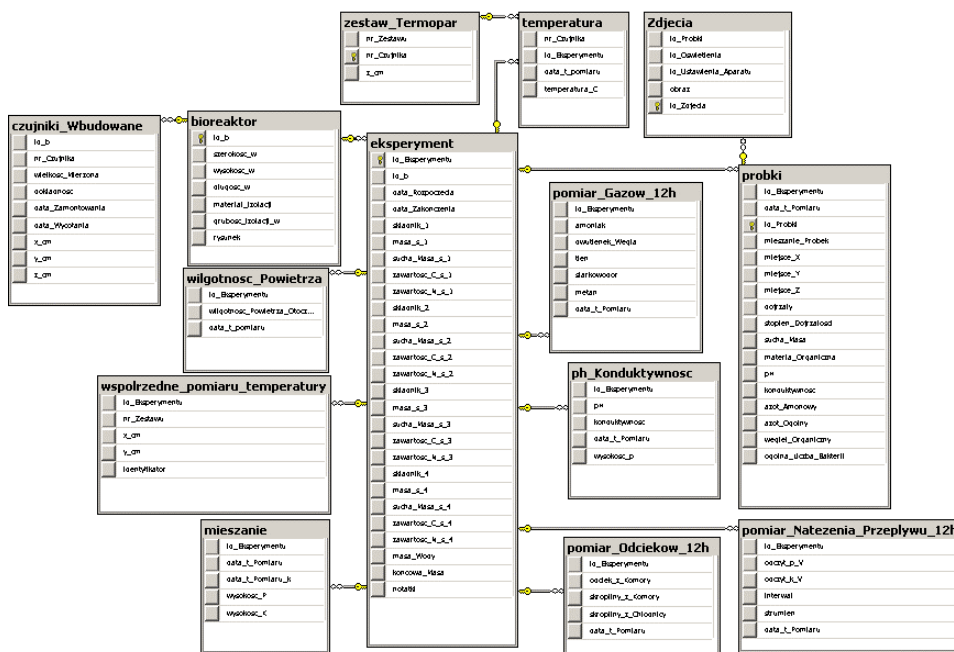
Filestream [Paul Randal, 2008a; Danuta Mendrala i in., 2009] jest to mechanizm zasługujący na uwagę oraz kilka słów wyjaśnienia. Jest to typ danych zaimplementowany po raz pierwszy w systemie zarządzania bazami danych MS SQL Server w wersji 2008. Zapewnia on lepsze wsparcie dla przechowywania danych o niezorganizowanej strukturze, jakimi z punktu widzenia systemu bazodanowego są zdjęcia oraz wszelkie inne duże pliki (nie tylko multimedialne), które można nazwać dużymi obiektami binarnymi (ang. Binary Large Object w skrócie BLOB). Dotychczas dane tego typu przechowywane były bezpośrednio w bazie danych, co powodowało nadmierny wzrost wielkości bazy danych, a w efekcie spadek wydajności serwera bazodanowego. Alternatywnym sposobem ich przechowywania było i jest zapisywanie w bazie danych tylko informacji o lokalizacji pliku graficznego. Poważnym mankamentem tego rozwiązania jest to, iż dane de facto pozostają poza kontrolą systemu SZBD, a co staje się źródłem wielu problemów związanych z spójnością danych. W przypadku wykorzystania mechanizmu *Filestream* sposób postępowania jest podobny tzn. w bazie danych zapisane są oczywiście jedynie ścieżki do wspomnianych plików, które jednak są lokalizowane w oddzielnym kontenerze i są objęte regułami bezpieczeństwa określonymi na poziomie SZBD. Dodatkowo zabezpieczony jest dostęp do kontenera danych na poziomie list kontroli dostępu ACL (ang. Access Control List) systemu plików NTFS. Ważnym podkreślenia jest również fakt, iż tworzenie i przywracanie

kopii zapasowych baz wykorzystujących FILESTREAM przebiega analogicznie do czynności, jakie należy wykonać w przypadku typowych baz danych.

Projektowanie systemu informatycznego

Faza projektowania obejmowała analizę dziedziny problemowej, którą jest proces kompostowania z perspektywy opisujących go wielkości i z uwzględnieniem danych, istotnych z faktu podejmowanych prac badawczych [Andrzej Jędrzejak, 2007]. Jednym z sygnalizowanych kierunków tych prac jest opracowanie nowej metodyki identyfikacji stopnia dojrzałości kompostu opartej o analizę obrazu. Projektowanie aplikacji prawie w całości zrealizowano z wykorzystaniem graficznego języka specyfikowania, tworzenia i dokumentowania systemów informatycznych, czyli Ujednoliconego Języka Modelowania UML (ang. Unified Modeling Language).

W efekcie uzyskano wieloaspektowe i wielopoziomowe diagramy. Odmianą metodykę zastosowano na etapie modelowania danych, a co wynikało z wcześniejszej decyzji o wykorzystanym RSZBD. Modelowanie to przeprowadzono z wykorzystaniem związków encji oraz narzędzia SQL Server 2008R2. W związku z powyższym proces modelowania nie przebiegła w kilku etapach, jak z reguły ma to miejsce ale zawarł się w jednym. Uzyskany diagram związków encji, który stanowił podstawę automatycznego wygenerowania struktur relacyjnych przedstawiony został na rys. 1.

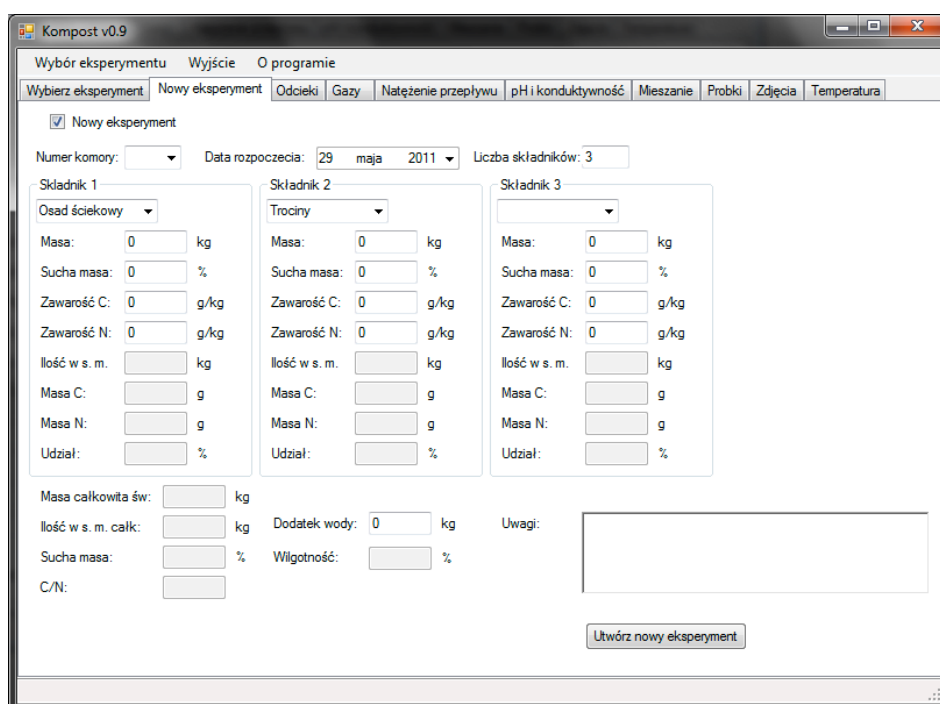


Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Diagram związków encji systemu wspierającego badania "Kompost"
 Fig. 1. Diagram of the system entity relationships to support research "Compost"

Implementacja systemu

Implementacja systemu "Kompost" została wykonana na bazie technologii .NET i SQL Server 2008 R2 wykorzystując środowisko Visual Studio 2010. Wytworzona aplikacja wykorzystuje do zapisu danych graficznych wspomniany już mechanizm Filestream, dostępny również we wcześniejszej wersji użytego SZBD.



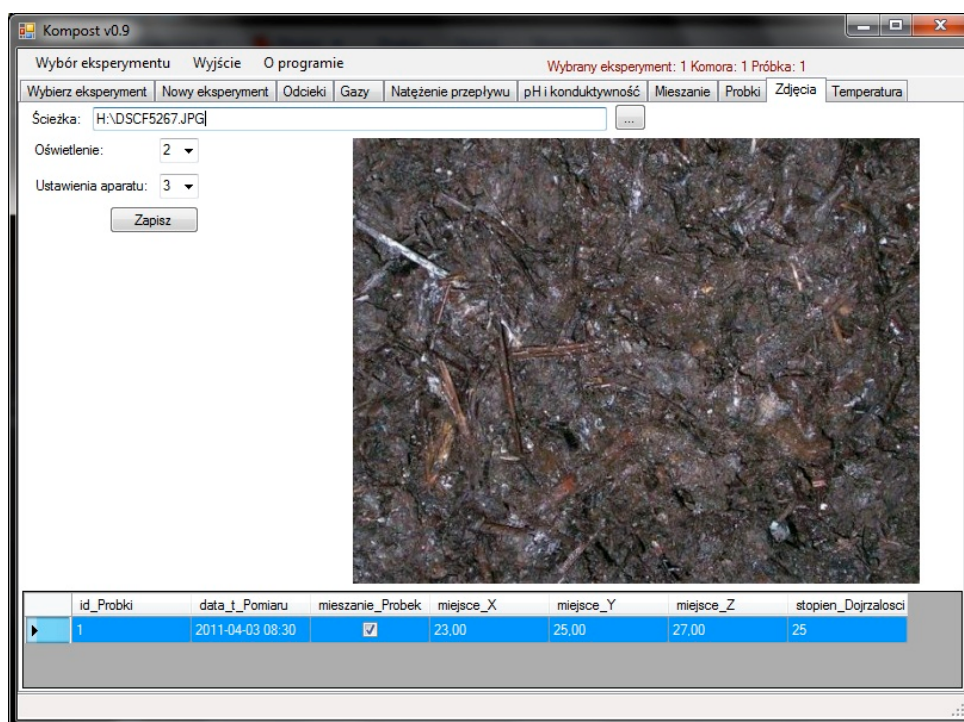
Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Zrzut ekranu – tworzenie nowego eksperymentu
 Fig. 2. Screenshot – Creating a new experiment

Proces gromadzenia informacji rozpoczyna się od utworzenia nowego eksperymentu, co realizujemy poprzez wybór zakładki "Nowy eksperyment". Na tym poziomie użytkownik definiuje materiał biologiczny podlegający kompostowaniu, określając jego składniki poprzez wybór z rozwijanej listy i precyzując ich masę oraz wprowadzając inne wielkości istotne z badawczego punktu widzenia. Automatycznie dane te są przetwarzane, a ich rezultaty, czyli wielkości pochodne są udostępniane użytkownikowi w nieedytowalnych polach tekstowych. Wprowadzanie danych początkowych musi zawierać również informacje o powiązaniu materiału badawczego z konkretnym bioreaktorem. Czujniki pomiarowe temperatury zostały umieszczone na bagnetach nie stanowiących integralnej części komory. Takie rozwiązanie pozwala na komfortowe napełnianie i opróżnianie pojemników oraz

praktycznie dowolne kształtowanie matrycy czujników wewnątrz bioreaktora. Z uwagi na ten fakt, koniecznym staje się opisanie relacji pomiędzy zestawami elementów pomiarowych a bioreaktorami. Na tym etapie, jak i w innych krokach naszej współpracy z aplikacją mamy aktywne mechanizmy sprawdzania poprawności informacji i eliminacji potencjalnych konfliktów. Akceptacja wprowadzonych danych kończy proces tworzenia eksperymentu.

Dostępne w górnej części kolejne zakładki pozwalają nam na rejestrację przebiegu procesu kompostowania poprzez wprowadzanie wyników pomiarów tych wielkości fizycznych, których pomiar nie jest zautomatyzowany. Wszystkie wielkości, a w szczególności te które są zapisywane w SZBD bez naszego udziału np. temperatura, są prezentowane w formie zbiorczej oraz w postaci wykresów.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Zrzut ekranu – dodawanie fotografii wybranej próbki
Fig. 3. Screenshot – adding photographs of the selected sample

Wprowadzanie fotografii pobranych próbek kompostu, które to fotografie uzyskiwane są w laboratorium analizy obrazu staje się możliwe dopiero po spełnieniu dwóch warunków: został wybrany eksperyment oraz zostały wprowadzone i zaakceptowane niezbędne informacje, określające warunki pozyskiwania obrazów cyfrowych badanego materiału.

Osadzanie zdjęć w serwerze bazodanowym jest realizowane z wykorzystaniem omówionego już mechanizmu Filestream, za pomocą przycisku „Do bazy” osadzonego w formularzu. Przeglądanie z tego poziomu umieszczonych w systemie obrazów przebiega bardzo sprawnie, co jest między innymi zasługą użytej technologii. Odczyt i zapis danych w tym przypadku jest kilkukrotnie krótszy w stosunku do alternatywnej metody przechowywania plików graficznych w formie BLOB bezpośrednio w bazie danych [Randa 2008b].

W celu ułatwienia analizy pozyskiwanych danych zarówno dla potrzeb badawczych oraz kontroli prawidłowości przebiegu procesu kompostowania aplikacja została wyposażona w moduł służący do wizualizacji otrzymanych wyników. Wspomniany moduł generuje wykresy wybranych wielkości pomiarowych, lub innych wielkości pochodnych wyliczonych na podstawie zaimplementowanego algorytmu. Otrzymany wykres można dowolnie powiększać oraz pomniejszać, jak również zmieniać zakres na obu osiach, co może być przydatne w późniejszej analizie danych.

Podsumowanie

Dotychczasowa praktyka autorów systemu w tworzeniu różnorodnych aplikacji oraz doświadczenie zdobyte przy tworzeniu systemu "Kompost" nie tylko doprowadziły do powstania całościowego systemu wspierającego badania nad procesem kompostowania ale również pozwoliły na sformułowanie poniższych spostrzeżeń i wniosków:

- Dzięki wykorzystaniu zestawu nowoczesnych narzędzi oraz technologii wytworzony system efektywnie wspiera badania procesu kompostowania i charakteryzuje się dużą skalowalnością, a to oznacza że jego rozbudowa lub rozszerzenie zakresu obsługi prowadzonych badań są stosunkowo proste i możliwe do wykonania w krótkim czasie.
- Wykorzystanie mechanizmu Filestream ograniczyło znacząco wielkość bazy, co pozytywnie wpływa na wydajność całego systemu. Jednocześnie dzięki wspieranej przez SZBD możliwości automatycznego replikowania danych na serwer zapasowy, zapewnia bezpieczeństwo zebranych zbiorów i upraszcza proces tworzenia kopii zapasowych informacji zapisanych w bazie danych, jak również powiązanych z nią plików zapisanych w przestrzeni poza bazą.
- Wizualizacja wyników badań umożliwia szybszą, a jednocześnie pełniejszą kontrolę procesu kompostowania i skuteczniejszą analizę zebranych danych doświadczalnych.

Bibliografia

- Jędrzak A.** 2007. Biologiczne przetwarzanie odpadów. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa. ISBN 978-83-01-15166-9.
- Mendrala D., Potasiński P., Szeliga M., Widera D.** 2009. Serwer SQL 2008. Administracja i programowanie. Helion. ISBN 978-83-246-2033-3.
- Randa P. S.** 2008a. FILESTREAM Storage in SQL Server 2008 (on-line). [dostęp 14.05.2010]. Dostępny w internecie: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc949109.aspx>
- Randa P. S.** 2008b. SQL Server 2008: FILESTREAM performance (on-line). [dostęp 29.05.2010]. Dostępny w Internecie: <http://www.sqlskills.com/BLOGS/PAUL/post/SQL-Server-2008-FILESTREAM-performance.aspx>

A COMPUTER SYSTEM SUPPORTING COLLECTION AND ANALYSIS OF DATA COLLECTED IN THE COMPOSTING PROCESS

Abstract. The research process of composting requires collection of various information characterizing the process, which allow for its learning and control. The research issues taken by the authors concerning the identification of a degree of advance of the composting process by analyzing the image of the composted organic matter even additionally increases the demands for the type and amount of the stored data. In order to meet the requirements, the authors have designed and provided a database that uses the FileStream mechanism and an application that supports the database. With these solutions, the process of storing large files (compost photos), measurements from multiple sensors and linking these information works smoothly and largely automatically. The applied solutions ensure the integrity and security of the collected measurements, whereas the implemented module for visualization of the results makes their analysis easier.

Key words: data collection application, FileStream, composting, large files

Adres do korespondencji:

Paweł Promiński; e-mail: pawel.prominski@up.poznan.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 50
60-627 Poznań