

Jarosław KRASZEWSKI, Aleksandr CARIOW

ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY WYDZIAŁ INFORMATYKI,
ul. Żołnierska 49, 71-126 Szczecin

Koncepcyjne aspekty projektowania inteligentnego umundurowania dla osób prowadzących akcje ratownicze i interwencyjne

Mgr Jarosław KRASZEWSKI

Ukończył studia na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Szczecińskiego. W 2011 ukończył studia podyplomowe na kierunku Zarządzanie Projektami Informatycznymi w Zachodniopomorskiej Szkole Biznesu. Obecnie prowadzi firmę branży IT i współpracuje z Wydziałem Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, gdzie obecnie jest doktorantem. Jego zainteresowania naukowe to symulacje i wizualizacja zjawisk fizycznych.



e-mail: jkraszewski@wi.zut.edu.pl

Dr hab. inż Aleksandr CARIOW

Ukończył studia na Wydziale Automatyki i Urządzeń Obliczeniowych Uniwersytetu Miernictwa w Sewastopolu, obronił pracę doktorską w 1984 r., habilitacyjną - w 2001 r. Jest kierownikiem katedry Architektury Komputerów i Telekomunikacji na Wydziale Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego. Jego zainteresowania naukowe to algorytmy cyfrowego przetwarzania oraz transmisji sygnałów, sprzętowe wspomaganie oraz zrównoleglenie obliczeń.



e-mail: atariow@wi.zut.edu.pl

Streszczenie

W artykule zostały opisane koncepcyjne aspekty projektowania umundurowania inteligentnego, przeznaczonego do wspomagania akcji ratunkowych. Umundurowanie składa się z hełmu, odzieży tekstonecznej oraz bransoletki. Hełm wyposażony jest w dwie kamery monitorujące przestrzeń z przodu i z tyłu. Na uniformie umieszczone są czujniki parametrów fizjologicznych i środowiska zewnętrznego oraz moduł elektroniki i zasilania. Bransoletka służy do śledzenia położenia i aktualnego stanu (ruch, bezruch, upadek).

Słowa kluczowe: odzież elektroniczna, umundurowanie inteligentne.

Conceptual aspects of smart uniform designing for rescue and emergency assisting

Abstract

This paper describes conceptual aspects of designing smart uniforms for rescue and emergency assisting. It is assumed that a uniform will consist of a helmet, textronic clothing and a bracelet. These components of the uniform are shown in Fig. 1. The helmet is equipped with two video cameras monitoring the space before and after the operation area. Clothing includes a variety of optional features for each type of intervention teams, i.e. various sensors, physiological and environmental parameters and the electronic module that provides collection and two-way exchange of information with the command center of the action through appropriate transmission channels. The bracelet is used to track the location and current state (movement, stillness, and fall) of a person intervening in the monitored area of action. These basic and optional components of the uniform are presented in Tab. 1. Additionally, the system complements the external equipment to assist the collection of distorted signals in a lossy environment. The biggest obstacle in the development of smart clothing is still a problem of multiple washing fabrics with elements of electronics. The advantage of the currently used products is a comprehensive approach to uniform, as a comprehensive system to ensure protection. A smart uniform is not just another gadget, but equipment to protect life and health of its users, but may be a subject to fashion trends [14], utility and styling. Such clothing should not cause discomfort to the user, but should support and facilitate the operation in hazardous conditions.

Keywords: intelligent outfit, smart clothing, wearable electronics.

1. Wprowadzenie

Przy realizacji przez członków wyspecjalizowanych służb ratowniczych oraz ekip interwencyjnych czynności zawodowych wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia różnorodnych niebezpieczeństw, na które narażony jest uczestniczący w tych akcjach personel. Po za tym, w tego rodzaju akcjach, często występują nieoczekiwane sytuacje lub nieprzewidywalne wydarzenia wymagające szybkiego reagowania tak ze strony osób bezpośrednio zaangażowanych w proces wykonania funkcji interwencyjnych, jak i ze strony centrum dowodzenia operacją. Z reguły wykonanie tych czynności wymaga od człowieka dużej aktywności fizycznej,

w wyniku czego może nastąpić nadmierne obciążenie organizmu prowadzące do zakłócenia jego prawidłowego funkcjonowania. Objawy szkodliwości i skutki tych zmian występują po przekroczeniu indywidualnych granic (zależnych od warunków otoczenia) zdolności adaptacyjnych, kompensacyjnych, regeneracyjnych i naturalnych mechanizmów obronnych danego organizmu.

Do szczególnej klasy zagrożeń zostały zaliczone: stan bezruchu i nieprawidłowa akcja serca, zidentyfikowane, jako najbardziej niebezpieczne dla ratowników w czasie wykonywania obowiązków [1]. W trakcie akcji istnieje również zagrożenie spowodowane obciążeniem sfery psychicznej przez wzrost poziomu stresu. Jest więc faktem oczywistym, że przy wykonaniu czynności zawodowych związanych z udziałem człowieka w akcjach interwencyjnych, istnieje potrzeba monitorowania nie tylko zdarzeń i sytuacji występujących w procesie realizacji tych akcji, ale również potrzeba śledzenia zmian parametrów fizjologicznych oraz wybranych funkcji życiowych osób zaangażowanych w realizację odpowiednich zadań. Między innymi z tego powodu konieczne staje się wyposażenie osób uczestniczących w akcjach interwencyjnych, w co raz to doskonalsze narzędzia wspomagające funkcjonowanie człowieka w omawianych warunkach i niepowodujące dodatkowego obciążenia. Za platformę, na której mogą zostać usytuowane te narzędzia, może służyć niewątpliwie umundurowanie, w którym uczestnicy tych akcji muszą wykonywać swoją pracę. Oprócz funkcji ochronnej takie umundurowanie wyposażone w różnorakie mikroczujniki oraz podzespoły elektroniczne może również realizować funkcję wspomagania monitoringu środowiska otaczającego człowieka oraz śledzenia parametrów fizjologicznych organizmu w celu zapobiegania ewentualnym zagrożeniom, spowodowanym nieodczuwalnym lub źle ocenionym spadkiem poziomu możliwości fizycznych i przekroczeniu granicy wydolności czynnościowej organizmu. W niniejszym artykule zostaną omówione koncepcyjne aspekty konstrukcji takiego inteligentnego umundurowania przeznaczonego do wspomagania akcji ratowniczych i interwencyjnych.

2. Konstrukcja, warianty, skład oraz funkcjonalne przeznaczenie elementów wyposażenia monitorującego

Projekt rozważany w niniejszym artykule posiada trzy funkcjonalne elementy składające się na komplet uniformu i elementy dodatkowe zewnętrzne, odpowiedzialne za dwukierunkowy przekaz sygnałów transmisyjnych. Poglądowo składowe inteligentnego umundurowania przedstawia rysunek 1. Jest to koncepcja ochronnego systemu tekstonecznego¹ w postaci inteligentnego umundurowania, opracowana tak, aby możliwe było jak najskuteczniejsze monitorowanie wielu zagrożeń i reakcji organizmu. Konstrukcja systemu powstaje w oparciu o scalenie, dopasowanie

¹ Tekstronika - synergiczne połączenie elektroniki, informatyki i włókiennictwa [2, 3]

i modernizację istniejących elementów. Projekt przewiduje także opracowanie aplikacji do analizy parametrów i bieżącego zarządzania zasobami ratowniczymi i wspomaganie podejmowania decyzji na szczeblu centrali dowodzenia.



Rys. 1. A – Helm z dwoma kamerami z polem obserwacji: C1 – przed, C2 – za
B – Tekstroniczny uniform policjanta – Hannover Messe 2011
C – Bransoletka S-911 Brancelet CE Locator™ firmy Adiant Solutions
D – Pojazd techniczny i anteny odbiorcze cctv

Fig. 1. A – The helmet with two cameras with a field of view C1 – in front, C2 – behind
B – Textronic uniform of policeman at Hannover Messe 2011
C – S-911 Brancelet CE Locator™ Adiant Solutions company
D – Technical vehicle and cctv receiving antennas

Pierwszym elementem zestawu jest bransoletka (rys. 1C), która zawiera w sobie między innymi moduł GPS do bieżącego monitorowania pozycji, moduł GSM do komunikacji i automatycznych powiadomień centrali dowodzenia, określania w czasie rzeczywistym stanu w jakim znajduje się osoba, biorąca udział w akcji (ruch, bezruch, upadek, puls), pozostałe funkcje zostały opisane w tabeli 1A.

Tab. 1. Elementy składowe umundurowania (O. – opcja)
Tab. 1. Components of the uniform (O. – option)

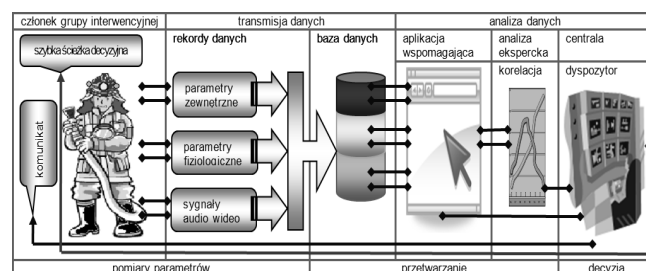
A	Elementy składowe	Funkcja, opis	O.
Bransoletka	Moduł GPS	Monitoring pozycji	
	Moduł GSM	Dwukierunkowa komunikacja głosowa, powiadomienia automatyczne	x
	Czujnik prędkości	Ruch/bezruch	
	Czujnik temperatury	Pomiar temperatury ciała	x
	Czujnik upadku	Sygnalizacja zagrożenia życia	
	Oprogramowanie	Aplikacja monitorująca (ogólna) i mobilna (indywidualna)	
	Przycisk alarmowy	Ewakuacja / sygnał zagrożenia życia	
Helm	Mikrofon cyfrowy	Dwukierunkowa komunikacja głosowa	x
	Sluchawki		
	Laryngofon	Komunikacja głosowa	x
	Kamera prawa cctv	Kamera skierowana w przód	
	Kamera lewa cctv	Kamera skierowana w tył	
Uniform	Akumulator	Podstawowe źródło zasilania modułu elektroniki i czujników	
	Antena	Tekstylna fraktalna	
	Czujnik temperatury	Czujnik temperatury ciała	
	Czujnik tętna	Pomiar pulsu	
	Czujniki gazowe	CO, CO ₂ , H ₂ , H ₂ S, CH ₄ , NO ₂ , NH ₃ , O ₃	x
	Czujnik temperatury	Pomiar temperatury zewnętrznej	
	Dozymetr	Promieniowanie radioaktywne	x
	Ogniwa słoneczne	Elastyczny panel - zasilanie alternatywne	x
	Moduł elektroniki	Tekstroniczny układ elektroniczny	
	Repeater sygnału	Zwiększenie zasięgu sygnału	x
	Wyświetlacz LED	Informacja o stopniu zagrożenia	
B	Elementy składowe	Funkcja, opis	O.
Osprzęt	Anteny odbiorcze (min 2 – max 6)	Nasłuchiwanie i odbiór sygnału cctv (5,8 GHz) z obszaru interwencji	x
	Elementy zestawu	Moduł elektroniki cctv	
	Przełącznik sygnałów	Przesyłanie do centrum dowodzenia zamontowany w samochodzie technicznym	

Drugi element to hełm, na którym z jego prawej i lewej strony zamontowane są dwie mikrokamery o przeciwnych kierun-

kach obserwacji obszaru akcji ratowniczej (tył – przód), uzupełniony o zestaw słuchawkowy z czułym mikrofonem cyfrowym lub laryngofon, zgodnie z wybraną opcją (rys. 1A) (tab. 1A). Podstawowa koncepcja hełmu może być poszerzona o dodatkowe elementy, takie jak repeater sygnałów, czujnik parametrów pracy mózgu [4] lub czujniki metanu, wilgotności i temperatury w inteligentnym hełmie przeznaczonym dla górników [5].

Trzecim ważnym elementem prezentowanego systemu tekstronicznego jest uniform (rys. 1B). Jest on platformą, o znacznej powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej [6], nadającej się do rozmieszczenia układów elektroniki i mikroczujników (tab. 1A).

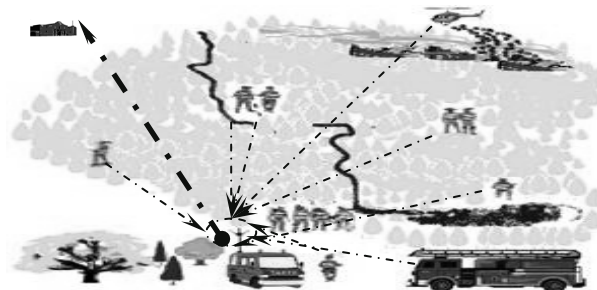
Wyposażenie uniformu umożliwia monitorowanie parametrów, mających kluczowe znaczenie dla bezpiecznego przebywania i przemieszczania się w strefie zagrożenia [1]. Możliwość pomiaru w czasie rzeczywistym różnych parametrów, zapewnia szeroka gama mikroczujników [2, 3, 7], dołączonych do zintegrowanego układu tekstronicznego (rys. 1B). Mikroczujniki i elastyczne elementy elektroniczne charakteryzują się znikomą masą i dużym potencjałem zbierania i transmisji danych pomiarowych. Aby system stanowił jednolitą całość, musi być zapewniona łączność uniformu z centrum dowodzenia. Do tego celu służą anteny tekstroniczne fraktalne, elastyczne [8] lub tekstylne [9]. Oczywiście system musi posiadać źródło zasilania, czyli akumulator, albo alternatywne źródła zasilające: cieplne (Peltier, Seebeck), piezoelektryczne, fotoelektryczne [2]. Przepływ informacji i proces decyzyjny w systemie monitorującym przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Koncepcja systemu monitorującego
Fig. 2. The concept of a monitoring system

Informacje z centrali, w razie bezpośredniego zagrożenia mogą być przekazywane tzw. szybką ścieżką decyzyjną z pominięciem analizy i korelacji parametrów.

Czwartym elementem dopełniającym poprawne funkcjonowanie całego układu tekstronicznego jest dodatkowy osprzęt pomocniczy (rys. 1D), (tab. 1B), który zapewnia skuteczny odbiór nawet słabych sygnałów cctv z wnętrza zabudowań oraz wymianę informacji z centrum dowodzenia i utrzymanie łączności w całej strukturze grupy ratowniczej i nadzoru (rys. 3).



Rys. 3. Model kanałów transmisji
Fig. 3. The model of transmission channels

W prezentowanej koncepcji systemu do transmisji parametrów, wykorzystuje się standardowe technologie mobilne [10], natomiast transmisja sygnałów cctv odbywa się w oparciu o wolne nielicencjonowane częstotliwości 5,8 GHz. Sygnał transmisyjny zabezpieczony jest 128 bitowym kluczem AES przed podglądem transmitowanych informacji przez osoby nieuprawnione.

3. Problemy i kryteria doboru elementów składowych

Przy projektowaniu inteligentnego umundurowania należy uwzględnić odpowiednie kryteria wyboru elementów składowych. Podstawowe kryteria determinujące wybór składników to: przeznaczenie, dopasowanie, środowisko, zasięg, kompatybilność. Po pierwsze należy rozważyć, dla jakich służb będzie przeznaczone (straż pożarna, wojsko, policja, ratownictwo: chemiczne, ekologiczne i medyczne). Po drugie jak system będzie wpływał na obciążenie wydolności fizjologicznej organizmu (np. ciężar akumulatorów). Po trzecie, w jakim środowisku będą prowadzone działania ekipy interwencyjnej (ogień, zadymienie, zagrożenie chemiczne). Istotnym problemem jest także zasięg działania (lokalny, globalny) i kompatybilność elementów systemu, zapewniająca ich poprawną współpracę. Powyższe kryteria generują problemy, które należy rozwiązać przy realizacji projektu tekstronicznego systemu monitorującego. Do podstawowych problemów należy wpływ czynników środowiska oraz samego organizmu użytkownika na odporność systemu tekstronicznego na uszkodzenia pod wpływem różnych czynników (pranie, pot, tarcie, naprężenia, zmiana wymiarów, promieniowanie nadfioletowe UV, promieniowanie termiczne IR, substancje chemiczne) [11], dlatego systemy tekstroniczne muszą spełniać wysokie wymagania użytkowe. Problem częstego ładowania akumulatorów można częściowo rozwiązać przez zastosowanie alternatywnych źródeł zasilania.

Największą przeszkodą w rozwoju odzieży inteligentnej, pozostaje nadal problem wielokrotnego prania tkanin tekstronicznych, ale jego rozwiązanie mogą zapewnić nanotechnologie, które są obecnie stosowane do produkcji włókien, a wyniki testów są pozytywne [12]. Także do ważkich zagadnień należy problem komunikacji pomiędzy komponentami omawianego systemu oraz transmisji sygnałów pomiędzy poszczególnymi członkami ekipy interwencyjnej i centrum dowodzenia. Szczególnie, jeżeli działania prowadzone są wewnątrz budynków, czyli w ośrodku strątnym. Wynika z tego, że do przetwarzania sygnału należy stosować technologie poprawiające jego jakość przez eliminację interferencji, szumów i pozostałych zakłóceń. Trzeba także zapewnić odpowiednie parametry sygnału takie, jak właściwy zasięg i moc.

Przy projektowaniu inteligentnego umundurowania wymagane jest podejście kompromisowe pomiędzy uniwersalnym, przeznaczonym dla każdego rodzaju służb a dedykowanym dla wybranej z nich o jednoznacznie określonych wymogach i specyfikacji technicznej. Kompromisowym zagadnieniem jest też wybór wzorca parametrów granicznych możliwości fizjologicznych organizmu ludzkiego dla aplikacji monitorującej. Mamy tutaj dwa aspekty, albo opieramy się o wzorec uśredniony dla danej populacji, albo wpisujemy do bazy pomiary uzyskane w wyniku indywidualnych specjalistycznych badań wydolnościowych z możliwością ich kalibracji. Zagadnieniem wymagającym uwagi jest także rozmieszczenie mikroczujników pomiarowych, aby wyeliminować czynniki, wpływające na niewłaściwy odczyt parametrów monitorujących. Oczywiście należy uwzględnić fakt, że w trakcie realizacji projektu mogą pojawić się niezdefiniowane dotychczas problemy, ale też możliwość eliminacji dotychczas opisanych.

4. Podsumowanie

W artykule opisano koncepcję projektu inteligentnego umundurowania składającego się z trzech elementów podstawowych oraz osprzętu dopełniającego. Podobne kompleksowe rozwiązania nie są aktualnie stosowane dla ochrony ekip interwencyjnych, są natomiast wdrożone w niewielkim stopniu, jako pojedyncze osobne produkty. Przewagę rozważanego projektu nad aktualnie stosowanymi produktami stanowi kompleksowe podejście do uniformy, jako całościowego systemu zapewniającego ochronę w dużo szerszym zakresie, opartego na monitorowaniu wielu parametrów, co przekłada się bezpośrednio na minimalizację wpływu czynników zagrożenia i pozwala na odpowiednio szybkie reagowanie i podjęcie decyzji o wycofaniu ratownika ze strefy

zagrożenia. Przykładem tego jest zastosowanie kamery skierowanej do tyłu. Umożliwia ona obserwację tego, co dzieje się poza polem widzenia oczu oraz zagrożeń, mogących wystąpić za osobami biorącymi udział w akcji ratowniczej.

W artykule opisano także warianty i opcje do wyboru przy wstępnej fazie projektowania po określeniu, dla jakich służb ma być przeznaczone i przy jakich zagrożeniach ma być wykorzystywane takie umundurowanie. Artykuł określa, jakie problemy należy rozwiązać, aby projekt zapewnił budowę komercyjnego produktu końcowego a nie tylko jednego prototypu. Uzasadnieniem i motywacją do podjęcia prac projektowych nad umundurowaniem inteligentnym jest postęp technologiczny i kierunki rozwoju w dziedzinie tekstroniki tzn. miniaturyzacja, rozwój nanotechnologii, możliwość stosowania elastycznych płytek elektroniki i paneli słonecznych o większej zdolności absorbowania widma poszerzonego o zakres światła czerwonego i bliskiej podczerwieni [13], bardziej pojemne (łżejsze) akumulatory. Umundurowanie inteligentne nie jest kolejnym gadżetem, ale wyposażeniem do ochrony życia i zdrowia jego użytkowników, choć może podlegać trendom mody [14], walorom użytkowym i stylizacji. Odzież taka nie powinna powodować dyskomfortu jej użytkowników, ale wspomagać i ułatwiać funkcjonowanie w warunkach zagrożenia.

5. Literatura

- [1] Curone D., Tognetti A., Secco E.L., Anania G., Carbonaro N., De Rossi D., Magenes G.: Heart Rate and Accelerometer Data Fusion for Activity Assessment of Rescuers During Emergency Interventions, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Volume 14, Issue 3, pp 702 – 710, May 2010.
- [2] Sibiński M., Ciupa E.: Tekstroniczne czujniki temperatury, Politechnika Łódzka, Elektronika 10/2010, str. 122-123.
- [3] Gniotek K., Krucińska I.: The Basic Problems of Textronics, Fibres & Textiles in Eastern Europe January/March 2004, Vol.12, No. 1(45), pp 13-16.
- [4] Kim Y. S., Baek H. J., Kim J. S., Lee H. B., Choi J. M., Park K. S.: Helmet based physiological signal monitoring system, Eur J Appl Physiol, 2009, 105, pp. 365-372.
- [5] Cheng Q., Sun J., Zhang Z., Zhang F.: ZigBee Based Intelligent Helmet for Coal Miners, 2009 World Congress on Computer Science and Information Engineering, Volume 3, pp. 433-435.
- [6] Axisa F., Schmitt P. M., Gehin C., Delhomme G., McAdams E., Dittmar A.: Flexible Technologies and Smart Clothing for Citizen Medicine, Home Healthcare, and Disease Prevention, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Vol. 9, No.3, September 2005, pp. 325-336.
- [7] Ngo Ha-Duong: Microsensor and Acuator, Technology Center Technical University Berlin - brochure.
- [8] Maleszka T.: Giętkie i elastyczne anteny oraz układy antenowe pracujące w obecności ośrodka stratnego, Politechnika Wroclawska.
- [9] Januszkiewicz L., Hausman S., Kacprzak T.: Antena mikrofalowa dla systemów tekstronicznych, Przegląd Elektroniczny, R.85 NR 6/2009, str. 142-145.
- [10] Tęsiorowski L., Frydrysiak M., Zięba J.: Wireless Transmission of Breath Rhythm in Textronic System, 7th International Conference – TEXSCI 2010, September 6-8, Liberec, Czech Republic.
- [11] Bartkowiak G.: Kierunki rozwoju odzieży inteligentnej, Bezpieczeństwo pracy 01/2010, str. 18-22.
- [12] Lima M. D., Shaoli F., Lepró X., Lewis Ch., Ovalle-Robles R., Carretero-González J., Castillo-Martínez E., Kozlov M. E., Oh J., Rawat N., Haines C. S., Haque M. H., Aare V., Stoughton S., Zakhidov A. A., Baughman R. H., The Alan G. MacDiarmid NanoTech Institute, University of Texas at Dallas, Richardson, TX 75083, USA.: Biscrolling Nanotube Sheets and Functional Guests into Yarns, Science 7 January 2011: Vol. 331 no. 6013 pp. 51-55 DOI: 10.1126/science.1195912.
- [13] Bourzac K.: Solar cells that see red, Technology Review, July 7, 2011.
- [14] Steffen D., Adler F., Weber Marin A.: Smart Semantics Product Semantics of Smart Clothes, Lucerne University - Switzerland, Bergische Universität Wuppertal - Germany, International Association of Societies of Design Research, pp. 79–88.