

ADRIAN NIEDŹWIADEK, PIOTR KOPNIAK

Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Lubelska

Oprogramowanie wspierające proces podania leku w szpitalu wykorzystujące urządzenia mobilne i kody kreskowe

1. Wstęp

Rozwój technologiczny współczesnego społeczeństwa doprowadził w ostatnich latach do zmiany znaczenia terminu *personal computer*. W dzisiejszych czasach nie oznacza on już komputera biurkowego, ale małe urządzenie mobilne. Do urządzeń tego typu można zaliczyć: notebooki, tablety, smartfony (połączenie telefonu oraz komputera), urządzenia typu PDA (*Personal Digital Assistant* – komputery kieszonkowe)¹ oraz EDA (*Enterprise Digital Assistant*)². Wraz z rozwojem tego typu urządzeń pojawiły się także liczne nowe ich zastosowania, a to z kolei pociągnęło za sobą gwałtowny rozwój rynku oprogramowania mobilnego.

Coraz więcej rozwiązań mobilnych jest także stosowanych w służbie zdrowia. Producenci sprzętu wprowadzają na rynek urządzenia specjalnie przeznaczone do placówek medycznych, wyposażone w obudowy odporne na działanie silnych środków dezynfekujących, a zarazem posiadające wiele funkcjonalności usprawniających pracę lekarzy i pielęgniarzek³.

¹ R. Campagna et al., *Mobile Device Security for Dummies*, Wiley Publishing, Indianapolis 2011.

² http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_digital_assistant (data odczytu 22.11.2013).

³ M. Al-Ubaydli, *The Doctor's PDA And Smartphone Handbook: A Guide to Handheld Healthcare*, Royal Society of Medicine Press, London 2006; <http://www.kasadlalekarza.com.pl/56,opaski-na-reke-system-identyfikacji-pacjenta.html>; <http://www.zebra.com/id/zebra/na/en/index/pl.html> (data odczytu 22.11.2013).

Wśród wielu potrzeb związanych z informatyzacją służby zdrowia jest też potrzeba wsparcia procesu podania leków w szpitalu. Poddając analizie krajowy rynek oprogramowania wykorzystywanego w sektorze ochrony zdrowia, stwierdzono brak takiego rozwiązania. Jednakże przepisy prawne regulujące bezpieczeństwo pacjentów oraz potrzeba usprawnienia procesu wymuszają stworzenie i wprowadzanie specjalistycznego oprogramowania wspierającego podaż leków w placówkach ochrony zdrowia.

Niniejszy artykuł dotyczy opracowanego prototypu systemu informatycznego, który jest odpowiedzią na tę potrzebę. Jego główną częścią jest aplikacja mobilna na kolektor danych typu EDA. Urządzenie mobilne ma wspomóc pracę pielęgniarki przez przyspieszenie identyfikacji leków i pacjentów oraz zmniejszenie ryzyka popełnienia błędu podczas obsługi pacjenta⁴. Pewna identyfikacja możliwa jest dzięki zastosowaniu kodów kreskowych do znakowania zarówno pacjentów, jak i kubków z lekami. Zastosowanie omawianego rozwiązania uprości także obecnie stosowany system wypełniania znacznej liczby dokumentów papierowych związanych z tymi czynnościami.

2. Analiza potrzeb

Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o działalności leczniczej przewiduje obowiązek znakowania pacjentów. Znak identyfikacyjny musi zawierać informacje, które pozwolą na ustalenie danych pacjenta, takich jak imię, nazwisko oraz data urodzenia. Dodatkowo muszą być one zapisane tak, aby niemożliwe było zidentyfikowanie pacjenta przez osoby nieuprawnione⁵. Zgodnie z artykułem 36 powyższej ustawy, przy identyfikacji pacjentów należy zapewnić im jednocześnie bezpieczeństwo oraz poszanowanie ochrony danych osobowych zgodnie z ustawą z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. z 1997 r. Nr 133, poz. 883)⁶.

Znakowanie pacjentów wprowadza wiele udogodnień. Procesy, jakie można usprawnić w jednostkach służby zdrowia, to m.in.:

- rejestracja oraz wpisy do placówki,
- wypisy,

⁴ M. Wesołowski, *Ręczne komputery w medycynie*, „Biuletyn Informatyki Medycznej” 2006, nr 6, s. 5–6.

⁵ <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20111120654> (data odczytu 22.11.2013).

⁶ <http://isip.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19971330883> (data odczytu 22.11.2013).

- identyfikacja chorych,
- znakowanie kartotek,
- przydzielanie leków,
- znakowanie i identyfikacja próbek laboratoryjnych,
- zarządzanie dietami oraz wiele innych⁷.

Wszystkie te procesy można zautomatyzować, wykorzystując system identyfikacji pacjentów za pomocą kodów kreskowych. Ogranicza on liczbę błędów, a co za tym idzie zwiększa bezpieczeństwo pacjentów, które jest bardzo ważne podczas procesu hospitalizacji oraz leczenia.

Jeżeli chodzi o proces podania leku, obecnie stosowane procedury w polskich szpitalach są następujące: pielęgniarka po podaniu pacjentom porcji z lekami musi uzupełniać formularze formatu A3, co jest żmudną i czasochłonną pracą, w której łatwo o pomyłkę. Ponadto brakuje weryfikacji zestawu leków w chwili podania danemu pacjentowi, co jest niebezpieczne dla jego zdrowia⁸. Kolejna czynność, jaką pielęgniarka ma do wykonania, to wprowadzenie danych z papierowego formularza do systemu informatycznego obsługującego szpital.

Ciekawą inicjatywę podjęto w Stanach Zjednoczonych, gdzie wprowadzono regulację mającą na celu przede wszystkim ochronę pacjenta przed błędem personelu medycznego⁹. Główne punkty dotyczą sprawdzenia pięciu elementów, zanim zostanie podany lek, stąd też nazwa „Procedura pięciu kroków”. Kolejne etapy weryfikacji to sprawdzenie:

- 1) zgodności pacjenta,
- 2) prawidłowości podawanego medykamentu,
- 3) dawki,
- 4) sposobu podania,
- 5) właściwego momentu podania¹⁰.

Badania, jakie przeprowadzano w USA, wykazały, iż co piąty lek w szpitalach jest podawany błędnie, tzn. podanie nie spełnia co najmniej jednego z wymienionych punktów. Błędy takie mogą w konsekwencji powodować uszczerbek na zdrowiu bądź też śmierć pacjentów. Amerykańska Organizacja ds. Żywienia

⁷ A. Stępniewska, *Podręcznik dobrych praktyk regionalnych, e-Zdrowie*, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie”, Tarnów 2007; E. Byczyński, M. Wesołowski, *Zdrowie w normie*, „Computerworld” 2004, nr 4; I. Nowak, *Auto ID w ochronie zdrowia w szpitalu Massachusetts General*, „Logistyka” 2010, nr 6, s. 18–20; L. Sikorski, *Perspektywy w e-zdrowiu – oczekiwania i rzeczywistość*, „Top Medical Trends” 2007, nr 2, s. 247–251; <http://www.virtualzebra.com> (data odczytu 22.11.2013).

⁸ I. Nowak, op.cit., s. 18–20.

⁹ Ibidem.

¹⁰ Ibidem; M. Wesołowski, *EPR – Electronic Patient Record. Elektroniczny Rekord Pacjenta*, „Biuletyn Informatyki Medycznej” 2006, nr 5, s. 1–4.

i Leków wykazała, iż można zmniejszyć nawet o 50% błędne podania, stosując skanowanie kodów kreskowych, które będą umieszczane na opakowaniach. Dobrym przykładem placówki, która rozwiązała ten problem, jest szpital Massachusetts General w Bostonie¹¹.

3. Apteka szpitalna, oddziałowa i podanie leku

Przygotowanie aplikacji wymagało zbadania funkcjonującego w rzeczywistości procesu zamówienia i podania leku pacjentowi. W procesie bierze udział apteka szpitalna. Zgodnie z obowiązującymi ustawami o zakładach opieki zdrowotnej i o prawie farmaceutycznym, w każdym szpitalu posiadającym ponad 150 łóżek powinna funkcjonować apteka szpitalna. Usługi, jakie powinna świadczyć, są regulowane przez prawo¹².

Apteka szpitalna ma za zadanie wydawać produkty lecznicze oraz wyroby medyczne. Są do tego opracowane odpowiednie procedury, polegające na wydawaniu leków na poszczególne oddziały wraz z ewidencjonowaniem tych wydań. Apteka monitoruje potrzeby placówki i na ich podstawie wybiera najbardziej korzystny sposób zaopatrywania w leki i wyroby medyczne. Dodatkowo analizuje potrzeby oddziałów w taki sposób, by nie kumulować zapasów w apteczkach oddziałowych, ponieważ jest to nieoptymalne ze względu na możliwość przedterminowania produktów, a co za tym idzie poniesienie strat¹³.

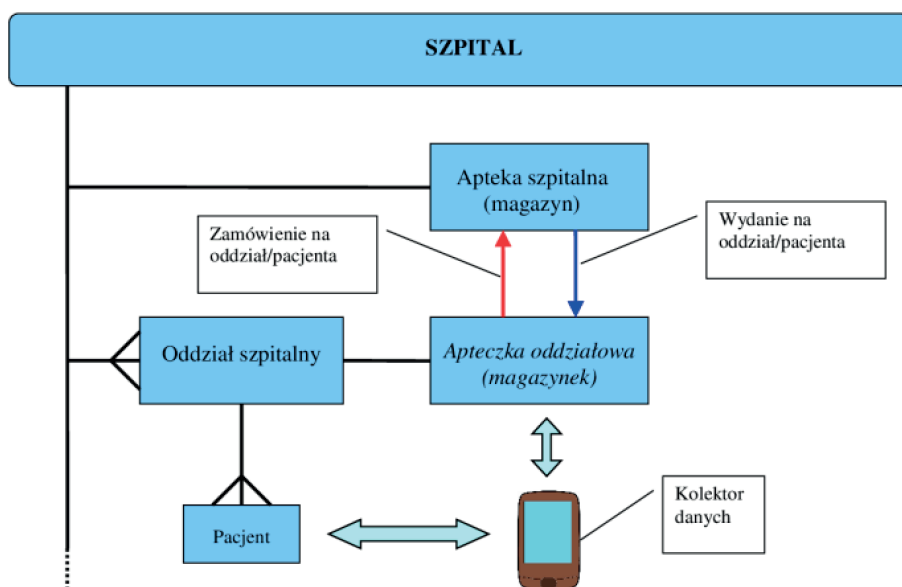
Apteczki oddziałowe ułatwiają ewidencję rozchodu leków na oddziałach. Zamawiane są do nich leki w aptecze szpitalnej na dany oddział. Funkcjonowanie systemu apteczek oddziałowych zapewnia ewidencjonowanie rozchodu leków na konkretnego pacjenta oraz zwiększenie jego bezpieczeństwa przy wykorzystaniu zbieranych i zapisywanych danych w systemie szpitalnym. Magazynki pomagają gospodarować lekami, usprawniając zamówienia z aptek szpitalnych, oraz umożliwiają większą kontrolę na oddziale¹⁴. Schemat procesu zamówień leków na oddział, ich wydawania z apteki szpitalnej oraz podania pacjentowi prezentuje rysunek 1.

¹¹ I. Nowak, *op.cit.*, s. 18–20.

¹² http://nia.org.pl/dat/magazyn/biuletyn_IV_07_2005.pdf (data odczytu 22.11.2013); <http://www.zozsuchabeskidzka.pl/?p0=53> (data odczytu 22.11.2013); <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20011261381> (data odczytu 22.11.2013).

¹³ http://nia.org.pl/dat/magazyn/biuletyn_IV_07_2005.pdf (data odczytu 22.11.2013).

¹⁴ *Ibidem*.



Rysunek 1. Schemat podania leku pacjentowi

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku wydania z apteki szpitalnej całościowych partii medykamentów konfekcjonowanie na pacjenta następuje na oddziale¹⁵. Przygotowane porcje leków trafiają później do pacjenta. Proces ten w celu automatyzacji prowadzenia dokumentacji medycznej, zwiększenia bezpieczeństwa pacjenta i podniesienia komfortu pracy może zostać usprawniony dzięki zastosowaniu mobilnych kolektorów danych z czytnikiem kodów kreskowych. Umożliwią one weryfikację zgodności porcji medykamentów ze zleceniem w systemie¹⁶. Wszystko to będzie możliwe dzięki użyciu kodów kreskowych na kubeczku z lekami oraz na identyfikatorze pacjenta. Podanie leków zostanie ostatecznie odnotowane w systemie szpitalnym.

¹⁵ Ibidem.

¹⁶ I. Nowak, op.cit., s. 18–20.

4. Kolektory danych EDA

Enterprise Digital Assistant (EDA), czyli kolektor danych (terminal), to jedno z urządzeń, które jest rozwinięciem sprzętu typu PDA. Są one projektowane w taki sposób, że nie potrzebują uzupełniania o zewnętrzne urządzenia do przechwytywania danych (w odróżnieniu od urządzeń PDA). Standardowo posiadają niezbędne funkcjonalności, takie jak czytnik kodów kreskowych, obsługę pasków magnetycznych, kart chipowych, identyfikacji radiowej RFID oraz obsługę sieci Wi-Fi¹⁷. W łatwy sposób mogą automatyzować proces zbierania danych, zapewniając jednocześnie ich bezpieczeństwo. Systemy operacyjne, na jakich funkcjonuje tego typu sprzęt, to głównie oprogramowanie firmy Microsoft, m.in. Windows Mobile, Windows CE oraz Linux. Ważniejsze różnice, jakie można zauważyć, porównując EDA z urządzeniami typu PDA czy też smartfonami, to możliwość dłuższego czasu pracy przy wykorzystaniu baterii, zwiększona wytrzymałość, m.in. odporność na upadki. Większość kolektorów danych wyposażona jest w co najmniej jedną funkcjonalność umożliwiającą gromadzenie danych.

Kolektory danych są produkowane z przeznaczeniem dla konkretnych sektorów. Ze względu na ten fakt główne funkcjonalności są identyczne, natomiast pewna część jest tworzona z myślą o danym przeznaczeniu. Przykłady docelowych miejsc, do których trafiają urządzenia EDA, to: biuro, handel, logistyka, przemysł, służba zdrowia, sektor publiczny¹⁸.

5. Projekt rozwiązania

Opisywany system ma przyspieszyć, a zarazem po części zautomatyzować proces podania leku, przez co pielęgniarki mające do tej pory bardzo dużo pracy zostaną w pewnym stopniu odciążone. System ma również zwiększyć kontrolę nad podawanymi pacjentowi medykamentami. Pielęgniarka podczas wizyty u chorego, zanim poda leki, dokona sprawdzenia za pomocą urządzenia EDA

¹⁷ R. Campagna et al., op.cit.; http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_digital_assistant (data odczytu 22.11.2013).

¹⁸ J. Majewski, *Informatyka dla logistyki*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2002.

(terminalu)¹⁹, jakie pastylki powinien pacjent dostać, a jakie ma w pojemniku dla niego przygotowanym. Na podstawie odpowiedniego komunikatu może podjąć stosowną decyzję oraz wykonać czynność podania leku bądź zrezygnować z jego podania. Wykorzystując urządzenie mobilne w sali szpitalnej, pielęgniarka jest obciążona tylko jednokrotnym wprowadzeniem informacji odnośnie do podania leku, a nie jak obecnie kilkukrotnym wypełnianiem dokumentów papierowych dotyczących jednego pacjenta.

Przygotowany prototyp oprogramowania zawiera trzy części: serwerową, opartą na usługach *Web Service*, aplikację desktopową oraz aplikację mobilną. Pierwsza z nich zapewnia komunikację z bazą danych dwóm pozostałym częściom oprogramowania. Moduł desktopowy służy do wydruku naklejek na pojemniki z lekami oraz do wydruku opasek na rękę²⁰ dla każdego chorego znajdującego się w szpitalu. Oprogramowanie terminalowe będzie się komunikowało z serwerem za pomocą sieci bezprzewodowej Wi-Fi, a co za tym idzie w czasie rzeczywistym będzie odnotowywane podanie odpowiednich leków.

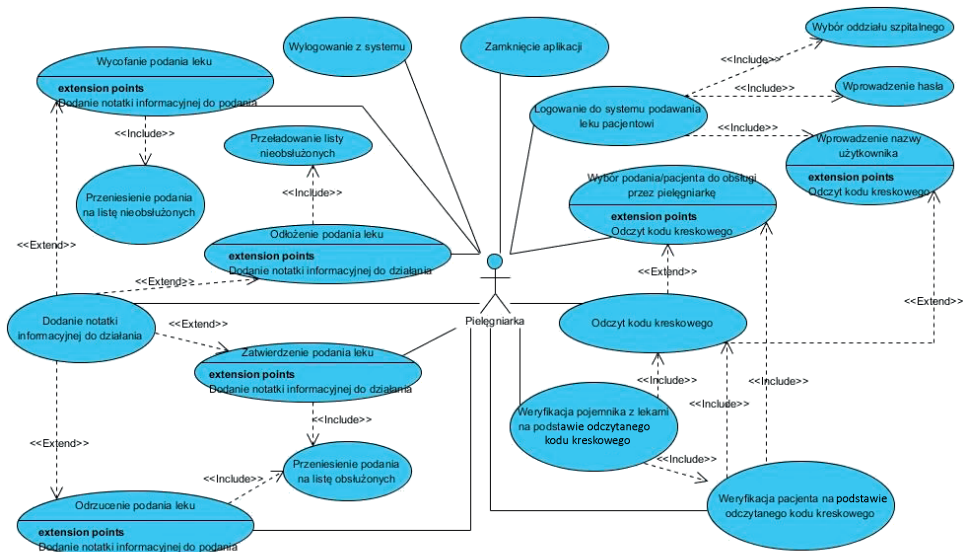
System wspomagania podania leku pacjentowi wykorzystujący kody kreskowe oraz urządzenia mobilne jest podzielony na dwa odrębne segmenty, tj. oprogramowanie:

- na kolektor danych,
- przeznaczone do wydruków kodów kreskowych.

Częścią wspólną, a mianowicie warstwą łączącą oba wymienione segmenty oprogramowania z bazą danych, jest usługa sieciowa *Web Service*, zapewniająca dostęp do danych. Zarówno wydruki, jak i aplikacja terminalowa wykorzystują tę samą instancję bazy danych dostarczającą informacji o pacjentach oraz porcjach leków przydzielonych pacjentom. Aplikacja mobilna umożliwia odnotowanie podania leku bądź jego braku. Historia przeprowadzanych czynności, tj. zatwierdzenia, odrzucenia, odroczenia bądź wycofania podania, jest zachowywana. Każda z wymienionych czynności odnotowuje w bazie danych informacje dotyczące daty i godziny procesu podania, osoby obsługującej oraz zapisuje komentarz wprowadzony uprzednio przez pracownika.

¹⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_digital_assistant (data odczytu 22.11.2013).

²⁰ I. Nowak, op.cit., s. 18–20.



Rysunek 2. System obsługi podań na kolektor danych

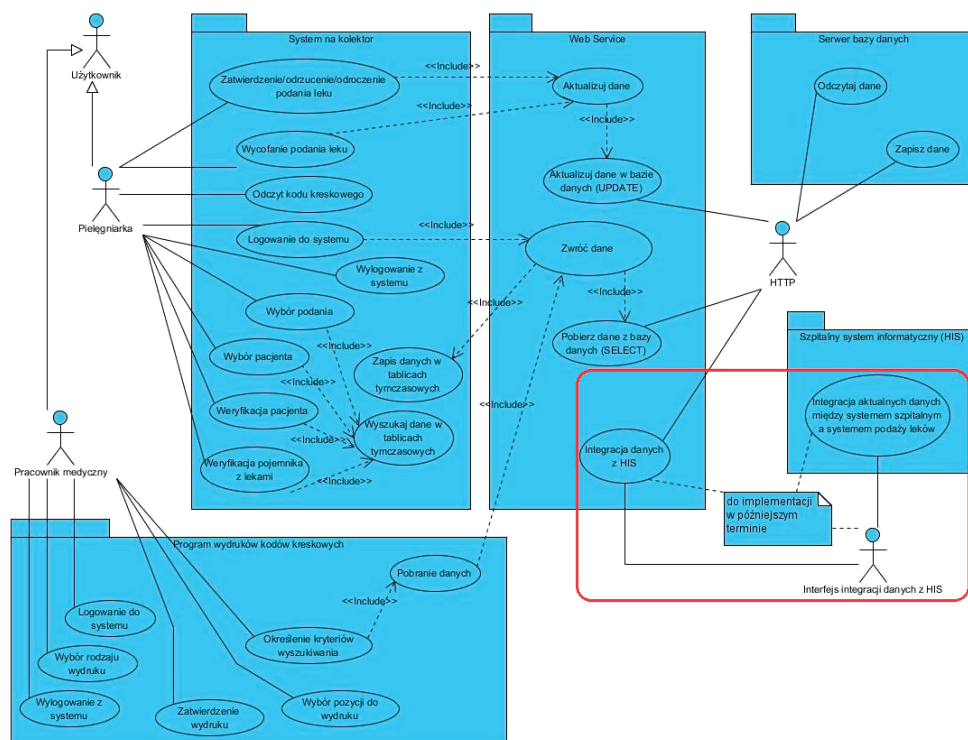
Źródło: opracowanie własne.

Użytkowników systemu można podzielić na dwie grupy zgodnie z podsystemami, jakie obsługują. Są to:

- pielęgniarka obsługująca terminal wspierający podanie leków,
- pracownik medyczny (pielęgniarka) obsługujący program obsługi kodów kreskowych.

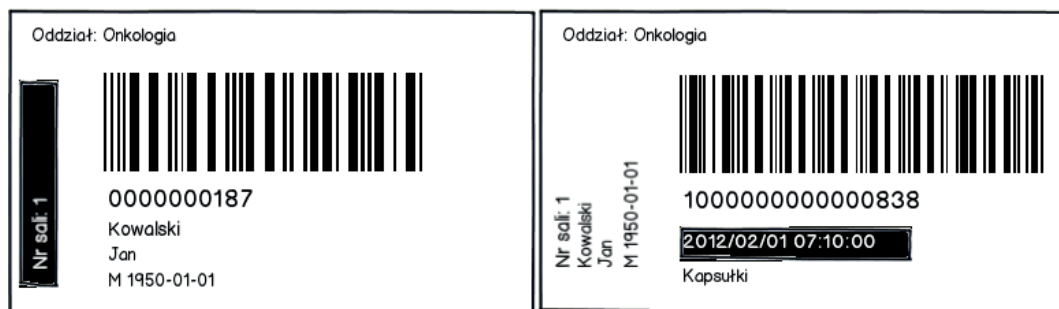
Funkcje oferowane przez poszczególne części systemu zostały przedstawione na diagramach przypadków użycia na rysunkach 2 oraz 3. Fragment oznaczony pogrubioną ramką z zaokrąglonymi rogami na rysunku 3 wskazuje część systemu, która powstanie w przyszłości i zapewni integrację danych systemu podaży leków ze szpitalnym systemem informatycznym (*Hospital Information System – HIS*).

System wykorzystuje kody kreskowe drukowane na etykietach. Projekty etykiet kodów kreskowych przeznaczonych do znakowania pacjentów oraz porcji leków przedstawia rysunek 4. Informacje zawarte na wydruku dotyczącym pacjenta obejmują jego dane, kod kreskowy oraz informację o obecnym miejscu hospitalizacji (oddział, sala). Etykieta dotycząca podania przedstawia większy zasób informacji, a mianowicie dane pacjenta, dla którego przygotowana jest porcja leków, oraz dane ściśle związane z podaniem, tj. data podania, rodzaj podania oraz kod kreskowy porcji.



Rysunek 3. Ujęcie całościowe projektowanego systemu

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4. Projekty etykiet pacjenta i porcji leków

Źródło: opracowanie własne.

6. Opis działania aplikacji wsparcia podania leków przeznaczonych na kolektor EDA

Działanie aplikacji wsparcia podaży leków przeznaczonych na kolektor danych z czytnikiem kodów kreskowych rozpoczyna się od ekranu logowania, widocznego na rysunku 5.



Rysunek 5. Logowanie do aplikacji wsparcia podaży leków: a) wprowadzanie nazwy użytkownika oraz hasła, b) oczekiwanie na rezultat logowania, c) wybór pojedynczego oddziału

Źródło: opracowanie własne.

Oprogramowanie wymaga od użytkownika wprowadzenia przydzielonego unikalnego loginu oraz hasła. Sprawdzenie poprawności danych jest sygnalizowane użytkownikowi przez prezentację wiadomości „Czekaj, trwa połączenie z serwerem...”. Jeśli pracownik obsługuje więcej niż jeden oddział szpitalny, jest zobligowany do określenia konkretnego oddziału, w ramach którego będzie realizowana obsługa podań po zalogowaniu do systemu. Sposób wyboru oddziału przedstawia rysunek 5c. Ekran określenia oddziału jest pomijany w przypadku przypisania pracownika wyłącznie do jednej jednostki organizacyjnej.

Poprawne logowanie oraz pobranie danych podań skutkuje otwarciem okna wyboru podania (widocznego na rysunku 6), wówczas użytkownik posiada możliwość selekcji konkretnych pozycji do obsługi. Wyboru może dokonać przez zaznaczenie rekordu na liście podań, a następnie klikając przycisk „Podaj pacjentowi”. Można wykonać to także przez odczyt kodu kreskowego pacjenta i zatwierdzenie przyciskiem „OK”. Pierwszy sposób umożliwia wybór konkretnego

podania, którego rodzaj wyświetla się tuż nad przyciskiem „Podaj pacjentowi” (widoczne na rysunku 6). Obsługa tak wybranego podania rozpoczyna się od weryfikacji kodu kreskowego pacjenta odczytanego z etykiety oznakowującej pacjenta (rysunek 7). Sprawdzana jest zgodność z kodem przypisanym wybranemu uprzednio podaniu z listy. Zgodność co do formatu (10 cyfr, pierwsza 0) jest sygnalizowana zieloną czcionką w polu tekstowym, natomiast na jej brak wskazuje czerwony kolor.



Rysunek 6. Wybór oczekującego podania do obsługi przy wykorzystaniu listy dostępnych podań: a) widok przedstawiający wybrane podanie, b) widok statusu wybranego podania, c) widok sortowania statusów w tabeli

Źródło: opracowanie własne.

Wprowadzanie kodu kreskowego jest możliwe na dwa sposoby: wpisanie ręczne bądź odczyt za pomocą czytnika kodów. W pierwszym przypadku jest wymagane zatwierdzenie przyciskiem „OK”, a w drugim (pod warunkiem wystąpienia zgodności formatu) zatwierdzenie następuje automatycznie po odczycie. Zatwierdzenie wprowadzonego kodu weryfikuje identyczność kodu z występującym w systemie. Pozytywny wynik sprawdzania umożliwia przejście do odczytu kodu kreskowego porcji leków, a negatywny wymusza ponowny odczyt.



Rysunek 7. Weryfikacja zgodności kodów kreskowych obsługiwanego pacjenta:
 a) widok formatki po inicjalizacji, b) błędnie odczytany kod kreskowy,
 c) poprawnie odczytany kod kreskowy

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 8. Wybór pacjenta do realizacji podania przez odczyt (wprowadzenie) kodu kreskowego: a) błędnie wprowadzony kod kreskowy,
 b) poprawnie wprowadzony kod kreskowy

Źródło: opracowanie własne.

Wspomniany już sposób wyboru podania do obsługi przez odczyt kodu kreskowego pacjenta obrazuje rysunek 8. Istotną różnicą w stosunku do wyboru podania z listy jest fakt przekazania do obsługi puli podań przewidzianych dla pacjenta. Zgodność odczytanego kodu kreskowego będzie weryfikowana nie z jednym kodem, a z listą dostępnych kodów podań przewidzianych dla pacjenta

na dany termin. Kolorowanie składni odzwierciedlające zgodność formatu oraz sposoby zatwierdzania („OK” lub odczyt czytnikiem kodów kreskowych) dla pola wyboru pacjenta są takie same jak w przypadku opisanym wcześniej. Wywołanie okna obsługi podania przez wybór pacjenta (jak na rysunku 8) skutkuje bezpośrednią aktywacją pola do odczytu kodu kreskowego porcji leków (lewa część rysunku 9) oraz blokadą pola z kodem kreskowym pacjenta.

Weryfikacja zgodności kodu podania odbywa się na zasadzie sprawdzenia odczytu z kodem w systemie (pulą kodów przypisanych pacjentowi). Poprawność formatu jest prezentowana podobnie jak w przypadku kodów pacjenta, z tym że poprawny ciąg ma 16 cyfr i rozpoczyna się od 1. Zatwierdzenie kodu, podobnie jak we wcześniejszych przypadkach, jest realizowane na dwa sposoby, tj. „OK” lub odczyt czytnikiem kodów kreskowych (pod warunkiem zgodności formatu).

Pozytywny wynik weryfikacji wyświetla komunikat zgodności, aktywuje pole komentarza oraz przyciski obsługi i uzupełnia listę leków wchodzących w skład podania (rysunek 10). Natomiast brak zgodności prezentuje jedynie komunikat „Brak zgodności” i wymaga ponownego odczytu w celu kolejnej weryfikacji (rysunek 9).

Dostępne akcje obsługi po poprawnej weryfikacji kodu porcji leków to zatwierdzenie, odłożenie oraz odrzucenie podania w zależności od zaistniałej sytuacji. Na rysunku 10 zostało przedstawione działanie zatwierdzenia wraz z pytaniem potwierdzającym oraz prezentacją rezultatu w postaci alertu.



Rysunek 9. Weryfikacja zgodności kodów kreskowych obsługiwane podania:
 a) widok formatki po zatwierdzeniu kodu pacjenta, b) błędny format kodu oraz brak zgodności podczas weryfikacji, c) poprawny format kodu oraz brak zgodności podczas weryfikacji

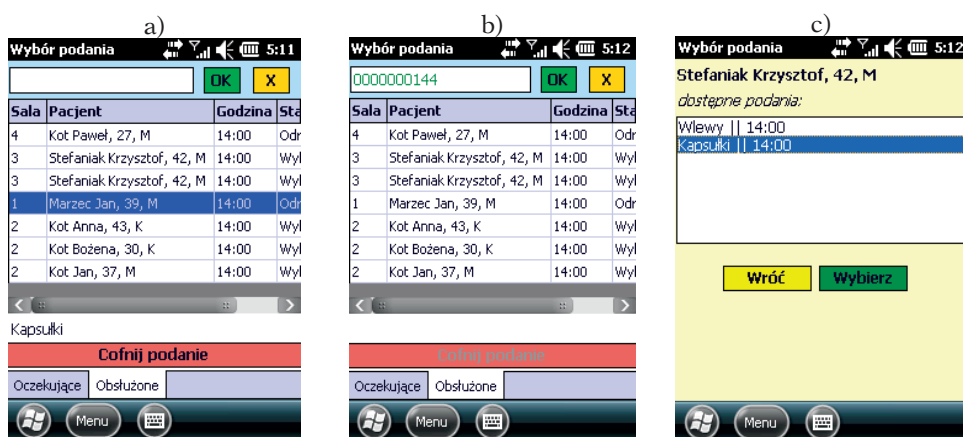
Źródło: opracowanie własne.

Druga zakładka głównego okna wyboru dotyczy prezentacji listy podań obsłużonych oraz możliwości wyboru pozycji do wycofania. Podobnie jak w przypadku obsługi podań oczekujących, można wybrać konkretne podanie, zaznaczając rekord w tabeli bądź też odczytując kod kreskowy pacjenta. W drugim przypadku występuje możliwość zarządzania pulą obsłużonych podań wybranego pacjenta, z których w kolejnym kroku zostaje wybrane tylko jedno przy użyciu listy opisującej rodzaj i godzinę podania (rysunek 11).



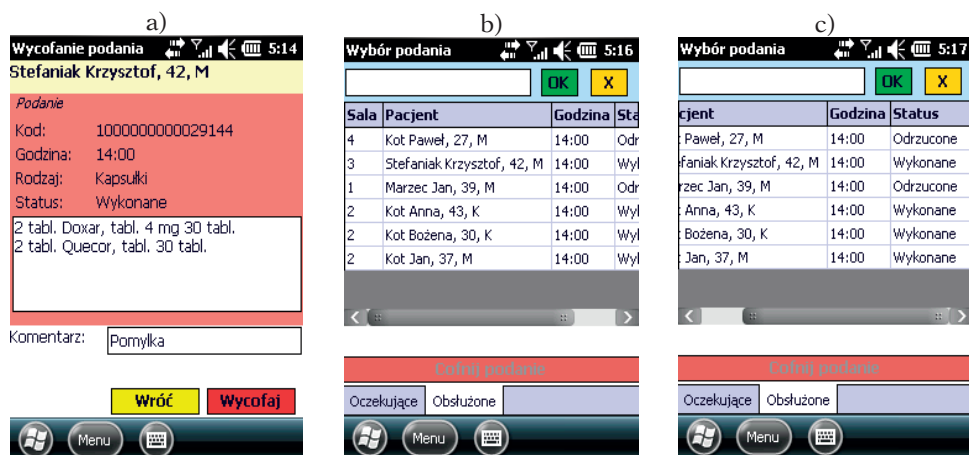
Rysunek 10. Obsługa podania w przypadku zgodności kodów kreskowych (widoczna akcja zatwierdzenia): a) poprawna weryfikacja kodu podania, b) zatwierdzenie/zaniechanie obsługi, c) komunikat wykonania działania

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 11. Wybór podania do wycofania: a) wybór podania z listy podań, b) wybór podania przez odczyt kodu kreskowego pacjenta, c) wybór pojedynczego podania

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 12. Obsługa wycofywania podania oraz widoczny rezultat przeprowadzenia działania: a) okno obsługi wycofywania, b) widok okna wyboru podań po wycofaniu wcześniej wybranego podania, c) prezentacja statusów w zakładce obsłużonych podań

Źródło: opracowanie własne.

Docelowo proces wycofywania jest przekazywany do okna zaprezentowanego na rysunku 12 (po lewej), na którym są widoczne szczegółowe dane opisujące podanie. Obsługa działania po wybraniu przycisku „Wycofaj” przebiega podobnie do obsługi przedstawionej na rysunku 10, obrazującej zatwierdzenie podania, z tą różnicą, że wynikiem działania to przeniesienie podania z listy obsłużonych na listę oczekujących (rysunek 12).

7. Podsumowanie i kierunki dalszego rozwoju

Wykorzystując analizę literatury, procesów biznesowych oraz studium założeń, opracowano koncepcję, model oraz implementację oprogramowania służącego wsparciu i automatyzacji procesu podaży leków pacjentom. Oprogramowanie wykorzystuje urządzenia mobilne oraz kody kreskowe.

Na podstawie ustalonych założeń została zbudowana aplikacja mobilna przeznaczona dla systemu Windows Mobile 6.5, pozwalająca w czasie rzeczywistym odnotowywać rezultaty obsługi pacjenta podczas podaży leków. Implementacja objęła również oprogramowanie procedur wydruku kodów kreskowych przeznaczonych do znakowania pacjentów zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa

oraz do oznakowywania porcji leków przeznaczonych do konkretnego podania. Została także stworzona część serwerowa w postaci usługi sieciowej typu *Web Service*, zapewniającej komunikację aplikacji klienckich z bazą danych.

Usługa sieciowa działająca na serwerze aplikacji JEE stanowi warstwę pośrednią udostępniającą metody wymiany danych pomiędzy bazą danych a aplikacją kliencką. Zaletą wykorzystania usługi sieciowej typu *Web Service* jest niewątpliwie możliwość dostępu do niej bez względu na ograniczenia platformowe oraz programistyczne. Całość wymiany informacji zachodzi w języku XML, co daje swobodę komunikacji. Stworzone rozwiązanie bazujące na usłudze typu *Web Service* pozwoli w przyszłości wykorzystać dostarczane przez usługę metody w rozwiązaniach przygotowywanych na inne platformy.

Zaletą stworzonej aplikacji mobilnej na kolektor danych (EDA) jest wykorzystanie dostarczanej przez urządzenie funkcjonalności odczytu kodów kreskowych. Zastosowanie oznaczeń pacjentów oraz podań leków w postaci kodów kreskowych wraz z aplikacją udostępniającą funkcjonalności pozwalające na ich przetworzenie ułatwia i znacznie skraca czas pełnej obsługi pacjenta. Pielęgniarka dwoma odczytami kodów kreskowych oraz zatwierdzeniem działania dokonuje odnotowania podania leków pacjentowi w szpitalnym systemie informatycznym. Jest to proces wydajniejszy od obecnie stosowanego, który polega na uzupełnianiu papierowych formularzy, a następnie przepisywaniu danych do systemu szpitalnego przy wykorzystaniu komputera stacjonarnego. Ponadto stworzona aplikacja mobilna dostarcza wygodnego sposobu weryfikacji podawanej porcji leków na podstawie zgodności kodu kreskowego odczytanego z pojemnika oraz kodu przypisanego obsłużanemu pacjentowi. Zwiększa to bezpieczeństwo pacjentów oraz eliminuje pomyłki dotyczące podawanych medykamentów.

Kolejną zaletą stworzonego oprogramowania są powstałe procedury wydruku kodów kreskowych bazujące na szablonach w języku EPL2. Daje to możliwość przetworzenia ich przez drukarki firmy ZEBRA Technologies, które są m.in. rozwiązaniami przeznaczonymi dla sektora ochrony zdrowia.

Stworzona w ramach rozwoju systemu metoda dostępu do danych bazująca na usłudze *Web Service* pozwoli w przyszłości zmienić platformę mobilnej części systemu przez wykorzystanie formatu danych dostarczanych przez usługę. Stworzenie rozwiązania na inną platformę jest jednak uzależnione od pojawienia się na rynku kolektorów danych z innym systemem operacyjnym (np. Android).

System korzysta z własnej bazy danych, która w przyszłości będzie zintegrowana za pomocą dodatkowych interfejsów ze szpitalnym systemem informatycznym (HIS), co zostało uwzględnione w części projektowej.

W niniejszej pracy nie poruszono kwestii bezpieczeństwa stworzonego oprogramowania. Zostanie ona dopracowana wraz z integracją z systemem szpitalnym HIS, gdyż stworzony system nie jest jeszcze produktem końcowym.

Rozwój części oprogramowania dotyczącej usług typu *Web Service* w kategoriach bezpieczeństwa będzie obejmował wykorzystanie odpowiednich standardów zabezpieczeń przeznaczonych do tego typu usług. Można wyróżnić standard WS-Security oraz powiązane z nim specyfikacje XML Signature oraz XML Encryption. Pierwsza z nich pozwala na uwierzytelnianie, integralność oraz niepodważalność wymiany informacji dzięki wykorzystaniu podpisu elektronicznego. Natomiast XML Encryption daje możliwości utajnienia danych dzięki szyfrowaniu²¹.

Podsumowując, należy powiedzieć, że powstałe oprogramowanie dzięki kodom kreskowym pozwoli na wydajną i szybką obsługę pacjentów podczas podaży leków z jednoczesnym podniesieniem standardów bezpieczeństwa.

Bibliografia

1. Al-Ubaydli M., *The Doctor's PDA And Smartphone Handbook: A Guide to Handheld Healthcare*, Royal Society of Medicine Press, London 2006.
2. Byczyński E., Wesołowski M., *Zdrowie w normie*, „Computerworld” 2004, nr 4.
3. Campagna R. et al., *Mobile Device Security for Dummies*, Wiley Publishing, Indianapolis 2011.
4. Majewski J., *Informatyka dla logistyki*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2002.
5. Nowak I., *Auto ID w ochronie zdrowia w szpitalu Massachusetts General*, „Logistyka” 2010, nr 6.
6. Sikorski L., *Perspektywy w e-zdrowiu – oczekiwania i rzeczywistość*, „Top Medical Trends” 2007, nr 2.
7. Stępniewska A., *Podręcznik dobrych praktyk regionalnych, e-Zdrowie*, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie”, Tarnów 2007.
8. Wesołowski M., *EPR – Electronic Patient Record. Elektroniczny Rekord Pacjenta*, „Biuletyn Informatyki Medycznej” 2006, nr 5.
9. Wesołowski M., *Ręczne komputery w medycynie*, „Biuletyn Informatyki Medycznej” 2006, nr 6.

²¹ http://www.ploug.org.pl/seminarium/seminarium_XIII/pliki/problematyka_bezpieczenstwa.pdf (data odczytu 22.11.2013).

Źródła sieciowe

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_digital_assistant (data odczytu 22.11.2013).
2. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20011261381> (data odczytu 22.11.2013).
3. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20111120654> (data odczytu 22.11.2013).
4. <http://isip.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19971330883> (data odczytu 22.11.2013).
5. http://nia.org.pl/dat/magazyn/biuletyn_IV_07_2005.pdf (data odczytu 22.11.2013).
6. <http://www.kasadlalekarza.com.pl/56,opaski-na-reke-system-identyfikacji-pacjenta.html> (data odczytu 22.11.2013).
7. http://www.ploug.org.pl/seminarium/seminarium_XIII/pliki/problematyka_bezpieczenstwa.pdf (data odczytu 22.11.2013).
8. <http://www.virtualzebra.com> (data odczytu 22.11.2013).
9. <http://www.zebra.com/id/zebra/na/en/index/pl.html> (data odczytu 22.11.2013).
10. <http://www.zozsuchabeskidzka.pl/?p0=53> (data odczytu 22.11.2013).

* * *

Software supporting the process of administering medications in hospital using mobile devices and barcodes

Summary

This paper describes the requirements, design and operation of a prototype system supporting the process of administration of drugs in hospital. The system supports the work of nurses and prevents an erroneous administration of drugs. The application uses an EDA mobile device with in-built barcode scanners and it runs on Windows. The verification of proper drug administration is based on checking the compatibility of drugs in a medication cup with the drugs recorded for the patient in the database. It consists in barcode label scanning. The system also includes a desktop application to print bar codes to label the patient and their medication cups. The central part of the system connects the mobile application to the printing application by means of Web Services. This part of the solution can be integrated with the hospital information system, too.

Keywords: mobile application, barcode, hospital software, administration of drugs