

Telemedicínske aplikácie v zdravotníctve

Kováč Miroslav · Informačné technológie

08.07.2011



Dynamický vývoj v oblasti informačných technológií, mobilných zariadení a internetu predstavuje čoraz väčší potenciál pre ich využitie v modernej medicíne. V článku je prezentovaný návrh a realizácia moderného modelového systému pre rôzne platformy mobilných a desktopových operačných systémov, ktorý bude podporovať manažment pacientov s chronickými ochoreniami (diabetes, kardiovaskulárne ochorenia) a telekonzultácie pacient - lekár.

Analýza

V lekárskom prostredí na Slovensku sa pre správu zdravotných záznamov a manažment pacientov väčšinou používajú technologicky zastarané softvérové riešenia a ešte stále sa nepoužívajú telemedicínske prístupy. Existujúce riešenia ešte stále možno nájsť v podobe Windows-desktop aplikácií, ktoré všetky dáta ukladajú v lokálnych databázach MS Access97 - čo znamená viazanie sa za jednu jedinou platformu a jeden konkrétny počítač. V dnešnej dobe sa takáto viazanosť považuje za obrovskú nevýhodu pre aplikácie takéhoto rozmeru z dôvodov:

- bezpečnosti, integrity a zálohovania uložených dát,
- portability na iné počítače,
- viac užívateľského (multiuser) prístupu,
- a samozrejme aj z hľadiska telemedicíny a prakticky nemožnej práci na diaľku.

Nižšie sú uvedené niektoré z funkcionalít moderných telemedicínskych informačných systémov:

- **Telemonitoring** - monitorovanie vitálnych funkcií pacienta mimo priestorov poskytovateľov zdravotnej starostlivosti, zber a zasielanie týchto dát k poskytovateľovi zdravotnej starostlivosti aj s dodatočnou analýzou dát a podporou rozhodovania (tzv CDSS - Clinical Decision-Support Systems)
- **Teleconsulting** - konzultácie pacient - lekár a lekár - lekár v reálnom čase.

Návrh

Prostredie mobilných zariadení je mimoriadne turbulentné už niekoľko rokov. Výrobcovia operačných systémov, samotných mobilných zariadení aj aplikácií súťažajú v tom, ktorá platforma sa stane lídrom v celosvetovom meradle. Z tohto dôvodu sa pri

návrhu riešenia kládol veľký dôraz na multiplatformovosť navrhnutého systému. Ďalším faktorom na, ktorý sa kládol dôraz bola jednoduchosť použitia a využitie moderných mobilných zariadení pre zvýšenie efektivity, portability navrhnutého riešenia.

Ako výsledok vznikol systém, ktorý pozostáva z troch podsystemov, pričom je každý podsystem určený pre inú skupinu cieľových používateľov a venuje sa inému aspektu telemedicíny. Takéto rozdelenie vyplývalo ako z požiadaviek pre funkčnosť aplikácie tak aj z predstáv o spôsobe použitia celého integrovaného systému a cieľových používateľov. Architektúra celého systému je schematicky znázornená na nasledovnom obrázku.



Obr. 1 - Architektúra riešenia

Prvá časť riešenia, určená pre pacientov, je implementovaná v mobilnom zariadení. Umožňuje prvotnú registráciu pacientov, následný zber klinických údajov nezávisle od typu použitých senzorov ako aj inicializáciu tiesňového volania. Aplikácia je implementovaná s použitím Titanium Appcelerator™ technológie (čím je zabezpečená multiplatformovosť a podpora pre mobilné operačné systémy Apple iOS™ a Android™). Mobilná aplikácia slúži zároveň aj ako osobný server na prenos dát (záznamov o zdravotnom stave pacienta a jeho GPS polohy) do informačného systému poskytovateľa zdravotnej starostlivosti. Jedna z kľúčových charakteristík mobilnej aplikácie je jej portabilita, ktorá vyplýva z podstaty mobilných telefónov a zariadení.

Použitie aplikácie je jednoduché a intuitívne a založené je na všeobecných skúsenostiach pri použití moderných mobilných zariadení s dotykovou obrazovkou. Jeden z bežných workflow-ov použitia aplikácie je predstavený na nasledovnom obrázku.



Obr. 2 - Workflow použitia mobilnej aplikácie

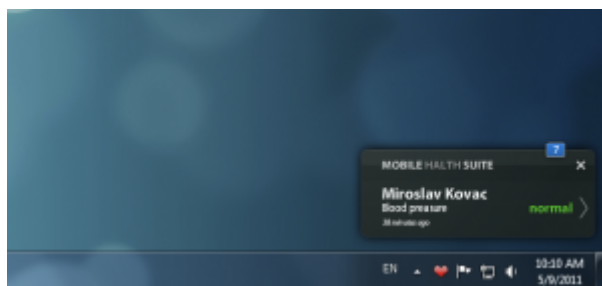
1. Výber medzi šiestimi typmi zdravotných záznamov (krvný tlak, tep, telesná teplota, váha, dermatologický záznam a úroveň glukózy v krvi)
2. Zadanie nameraných hodnôt

3. Možnosť pripojenia dodatočných informácií k záznamu v podobe obrázku alebo textovej poznámky
4. Odoslanie záznamu lekárovi

Po odoslaní sa záznam uloží na servery a prebehne zhodnotenie úrovni rizika. Následne systém informuje lekára o vzniknutej udalosti.

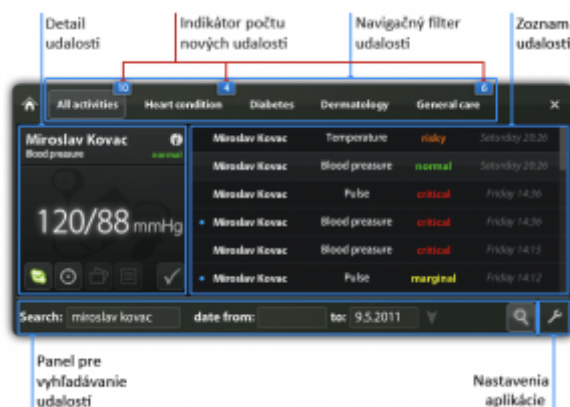
Druhá časť riešenia je určená pre lekára alebo poskytovateľa zdravotnej starostlivosti. Desktop aplikácia slúži na podporu medicínskeho personálu pri sledovaní a vyhodnocovaní zdravotného stavu pacienta s možnosťou presnej lokalizácie pacienta pomocou GPS v prípade potreby poskytnutia urgentnej zdravotnej starostlivosti. Aplikácia je tiež navrhnutá multiplatformovo s podporou pre platformy Microsoft Windows™, Mac OSX™ a Linux™.

Aplikácia funguje na princípe rýchlych správ alebo notifikácií. Zakaždým, keď si pacient zmeria tlak, teplotu, či úroveň cukru v krvi, desktopová aplikácia automaticky informuje doktora o tejto udalosti, poskytne analýzu zmeraných fyziologických údajov a ponúkne možnosti pre reakciu lekára na vzniknutú udalosť. Keďže je prepojená s technológiou Skype, lekár ma možnosť vstúpiť do priameho kontaktu s pacientom (samozrejmosťou je aj podpora video hovorov), alebo pomocou technológie GoogleMaps a GPS zobrazíť súčasnú polohu pacienta na mape. Na nasledovnom obrázku je ukážka modulu pre rýchle notifikácie.



Obr. 3 - Modul rýchlych notifikácií

Notifikácie obsahujú iba kľúčové informácie o vzniknutej udalosti a kliknutím na nich sa aplikácia prepne do plného zobrazenia, kde sú zobrazené detailnejšie informácie o udalosti vrátane ponuky možností ako na ne zareagovať. Notifikácia obsahuje meno a priezvisko pacienta, názov a popis vzniknutej udalosti (zmeranie tlaku, tepu, tiesňové volanie a pod.), analýzu rizika pre pacienta na základe hodnoty zmeraného ukazovateľa a čas vzniku udalosti. Ilustrácia aplikácie v jej plnom zobrazení je na nasledujúcom obrázku.

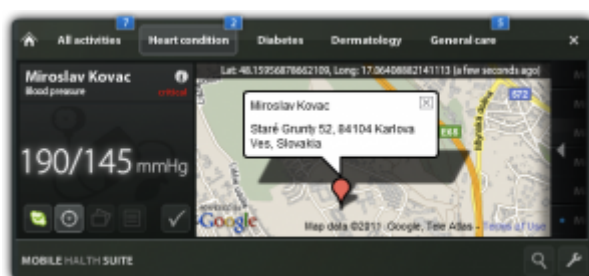


Obr. 4 - Hlavné okno aplikácie

Hlavné okno aplikácie obsahuje nasledovné funkčné prvky:

- navigačný filter udalosti - rýchla navigácia a filtrácia všetkých udalosti aj s indikátorom počtu nových udalosti
- zoznam udalostí - základné informácie o udalostiach patriacich do zvolenej kategórie podľa vrchného filtra udalostí
- detail udalosti - podrobné informácie o udalosti aj s možnosťou iniciovať Skype konzultácie s pacientom, zobrazíť súčasnú polohu pacienta na mape alebo zobrazíť obrazové alebo textové prílohy, ktoré pacient pripojil k záznamu
- panel pre vyhľadavanie udalostí - vyhľadavanie podľa kľúčových slov a filtrácia podľa dátumu
- záložku s nastaveniami aplikácie - automatický štart aplikácie a konfigurácia notifikačného systému.

Aplikácia obsahuje niekoľko integrovaných modulov. Jeden z nich je už spomenutý modul zobrazenia pacientov na mape pomocou prepojenia s integrovanou technológiou pre sledovanie polohy pacientov v pacientových mobilných zariadeniach. Ukážka modulu je na nasledovnom obrázku.



Obr. 5 - Modul pre zobrazenie GPS polohy pacienta na mape

Modul obsahuje ako informácie o zemepisnej šírke a výške, tak aj čas aktualizácie týchto údajov. Navyše je využitá technológia spätného zisťovania poštovej adresy na základe GPS súradníc (Reverse Geolocator) pre potreby odoslania záchranej služby na konkrétnu adresu. Aplikácia obsahuje aj ďalšie moduly pre zobrazenie informácií a už spomenuté zobrazenie obrazových alebo textových príloh k záznamom.

Použité technológie

Kedže sa pri návrhu aplikácií kládol veľký dôraz na multiplatformovosť riešenia, bolo

potrebné vyriešiť tento problém aj na strane desktopovej ako aj mobilnej aplikácie. Pre desktop platformu sa dá povedať, že je celkom triviálne zabezpečiť multiplatformovosť. Stačí na vývoj použiť technológie ako JAVA alebo Adobe AIR a na každom operačnom systéme nainštalovať virtuálny stroj (JRE alebo Adobe AIR), ktorý bude interpretovať aplikáciu počas behu programu. Problém, ktorý vzniká pri zabezpečovaní multiplatformovosti na strane mobilných operačných systémov, je ten, že niektoré mobilné operačné systémy nepodporujú beh virtuálnych strojov ani interpretovanie kódu aplikácie počas behu.

Toto bo aj hlavný z dôvodov, prečo sa v poslednej dobe na trhu objavili nástroje (Appcelerator Titanium, PhoneGap, Corona, Adobe AIR Mobile, WorkLight, Rhodes a pod.), ktoré by tento problém mohli aspoň čiastočne riešiť. Pre vývoj mobilnej aplikácie je použité práve riešenie od spoločnosti Appcelerator s názvom Titanium Developer, ktoré umožňuje multiplatformový vývoj natívnych mobilných aplikácií.

Termín **natívna aplikácia** predstavuje aplikáciu určenú na spustenie v počítačovom prostredí (natívny programovací jazyk a OS) pre špecifickú platformu a bez prekladania. Termín sa používa pre zvýraznenie kontrastu medzi natívnou aplikáciou a interpretovanou aplikáciou aká je napr. JAVA aplikácia, ktorá nie je natívna na žiadnej platforme. Natívne aplikácie sa môžu spúšťať len na jednej platforme, takže je potrebné vytvoriť inú aplikáciu pre každú platformu, na ktorej sa má aplikácia pracovať, alebo použiť riešenia, ktoré zabezpečujú multiplatformový vývoj.

Riešenie od spoločnosti Appcelerator spočíva vo využití webových technológií (HTML, CSS, JavaScript, AJAX) pre popísanie správania sa a vzhľadu aplikácie. Takto napísaný balík kódu je "spustený" v neviditeľnom webovom prehliadači aplikácie (využíva sa iba na interpretáciu kódu, nie aj na vizualizáciu). Pre každú platformu je implementovaný špeciálny modul (JavaScript to API bridge), ktorý umožňuje natívne systémové volania špecifické pre každú platformu. Pomocou takéhoto modulu je zabezpečené vykonávanie natívneho kódu pre každú platformu.

Pre vývoj desktopovej aplikácie je použitá technológia Adobe AIR. Technológia je podporovaná na operačných systémoch Windows, Mac OSX a Linux. Po spustení, aplikácia je počas behu prekladaná do natívneho kódu vo virtuálnom prostredí AIR (Adobe Integrated Environment). Serverová časť je realizovaná v podobe jednej inštancie školského IBM Blade servera (VMware virtualizácia). Na servery je nainštalovaná MySQL databáza, Apache HTTP server, PHP a niektoré prídavné moduly pre podporu komunikácie s desktop aplikáciou cez AMF štandard.

Záver

Ako dôsledok použitia tohto integrovaného telemedicínskeho systému, vzniká obojstranný liečebný, ekonomický a časový prospech pre pacientov i zdravotnícky personál. Prezentované riešenie ilustruje možnosti využitia dostupných informačných a komunikačných technológií na podporu skvalitnenia zdravotnej starostlivosti pri súčasnom znižovaní nákladov na jej poskytovanie. Táto úspora sa javí najmä v možnosti domáceho monitoringu pacienta, čím vzniká priestor na zníženie lôžkových dní, ktoré pacient musí stráviť v zdravotníckom zariadení.

Ďalšími možnosťami pri vývoji prezentovaného riešenia je rozšírenie funkcionalít patientskej a lekárskej časti aplikácie na základe požiadaviek medicínskeho personálu pri dodržaní jednoduchosti ovládania a integrácie s existujúcimi informačnými systémami u konkrétneho poskytovateľa zdravotnej starostlivosti.
