

TEHNOLOGIA BLUETOOTH INTR-O ABORDARE DE COMUNICARE INTERACTIVA PENTRU REȚELE DE TIP PAN

Zamfiroiu Alin
zamfiroiu@ici.ro

Rădulescu Constanța Zoie
radulescu@ici.ro

Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică, ICI, București

Rezumat: În ultimul deceniu, tehnologia în domeniul comunicării a evoluat foarte rapid. Progrese importante au fost realizate în domeniul tehnologiilor de comunicare fără fir (wireless) și a dispozitivelor mobile. Dispozitivele mobile au devenit tot mai puternice și au fost dotate cu tehnologii de comunicare Wireless, Bluetooth, GPS etc. Tehnologia Bluetooth stă la baza comunicării prin rețele de tip PNA (Personal Area Networks) între persoane care au aceleași interese și scopuri.

În articol, sunt prezentate tipuri de rețele wireless, tehnologia de comunicare bluetooth și o aplicație software originală pentru comunicarea interactivă prin mesaje, folosind tehnologia Bluetooth, între două dispozitive mobile de tip PDA (Personal digital assistant). Aplicația este realizată folosind tehnologia .NET (Platforma Windows Mobile 6.0 Professional) și limbajul de programare C#.

Cuvinte cheie: Bluetooth, rețele wireless, PDA, mesaje scrise, software

Abstract: In the last decade the communication technology had a very rapid evolution. Important advances were realized in domain of wireless communication technology and mobile devices. The mobile devices become more and more powerful and several technologies as Wireless, Bluetooth, GPS, etc. were implemented. Bluetooth technology allows communication between people sharing common interests and goal in a PNA (Personal Area Networks).

The article presents wireless network types, Bluetooth communication technology and an original software application for Bluetooth interactive message communication between two PDA mobile devices (Personal digital assistant). The technologies used for the application are .NET (Windows Mobile 6.0 Professional) and the programming language C #.

Key Words: Bluetooth, communication, mobile device, PDA, application.

1. Introducere

Termenul de wireless este folosit în industria telecomunicațiilor pentru sisteme (transmițători sau receptori radio, rețele de calculatoare etc.) care folosesc diverse forme de energie și frecvențe (unde în spectrul radio - frecvență radio (radio frequency - RF), unde în spectrul infraroșu, laser, energie acustică etc.) pentru transferul informației fără a folosi fire de legătură.

Bluetooth este o tehnologie wireless ușor de utilizat, bazată pe unde radio, concepută inițial de către Ericsson în 1994. Ea a fost denumită „Bluetooth” după numele regelui danez Harald Bluetooth (Blatand). Prin bluetooth pot comunica dispozitive de diferite tipuri: camere digitale, imprimante, scanere, telefoane, PDA-uri, laptopuri, tastaturi, căști etc. [1]. Bluetooth reprezintă una dintre cele mai avansate tehnologii de comunicație fără fir, cu consum scăzut de energie și care acționează, în general, pe distanțe mici (10m). Puterea de emisie mică duce la expuneri mici, sub limitele recomandate de ICNIRP 1998 (Comisia Internațională pentru protecție împotriva radiațiilor neionizante - limite maxime admise pentru populație).

Una dintre cele mai folosite facilități oferite de dispozitivele mobile este cea de comunicare prin mesaje scrise. În acest scop, companiile telefonice furnizează comunicarea prin Short Message Service (SMS), iar prin conectarea la Internet se poate folosi comunicarea prin web chat. Aceste forme de comunicare sunt larg folosite și în condiții vitrege cum ar fi cele în care zgomotul este mare sau comunicarea verbală nu este permisă. Comunicarea prin mesaje este preferată și din motive private (conversația prin voce ar putea fi auzită de alte persoane) și din rațiuni practice (zgomotul din jur ar putea îngreuna conversația). Multe persoane aleg mesajele scrise pentru că sunt mai ieftine decât convorbirea prin voce.

Există multe proiecte care s-au ocupat cu implementarea sistemelor de mesagerie imediată (chat) în rețele ad-hoc, de tip PAN (Personal Area Network), care folosesc tehnologii de comunicare diferite. De exemplu, sistemul Just-for-Us [2] permite utilizatorilor echipați cu dispozitive de tip PDA să exploreze mediul și să comunice în cadrul acestuia. PDA - ul trebuie să fie pre-configurat, iar aplicația este strâns legată de mediu.

Un alt exemplu este RoamWare [3] o arhitectură integrată pentru utilizarea PDA -urilor în cadrul întâlnirilor de lucru. Grupul de cercetare s-a ocupat cu schimbul de informații între persoanele participante la o întâlnire de lucru prin furnizarea de mesaje scrise legate de un anumit subiect.

Tseng și alții [4] au propus un sistem compus Bluetooth-IP-GSM pentru un serviciu de mesagerie condusă de eveniment.

Sorce și alții [5] au realizat un sistem dinamic pentru comunicare personală într-un chat de tip oportunistic. Sistemul „Opportunistic Chat” permite schimbul de mesaje scrise folosind tehnologia Bluetooth și, dacă este necesar, conexiunea TCP/IP. Sistemul nu necesită nici o altă entitate centralizată folosind procedurile ad-hoc, automat selectate și operate. Acest sistem poate fi accesat de aproape orice fel de dispozitiv fie mobil, fie nu, de la dispozitive mobile personale (telefoane mobile sau PDA) și până la laptopuri și PC-uri.

În secțiunea a doua din articol, este prezentată tehnologia Bluetooth, o istorie a dezvoltării acesteia, modul de funcționare a tehnologiei precum și câteva dintre avantajele și dezavantajele folosirii tehnologiei bluetooth. În secțiunea a treia, se prezintă principalele tipuri de rețele wireless clasificate după mai multe criterii și locul tehnologiei bluetooth în cadrul acestora. Se descrie apoi o rețea de tip bluetooth prin piconets și scatternet și protocoalele de comunicație folosite de tehnologia bluetooth.

În secțiunea a patra, se descrie o aplicație software originală, pentru comunicarea interactivă prin mesaje scrise între două dispozitive PDA folosind tehnologia Bluetooth. Aplicația software este realizată folosind tehnologia .NET (Platforma Windows Mobile 6.0 Professional) și limbajul de programare C#.

2. Tehnologia Bluetooth

În anii 1990, piața telefoanelor mobile a cunoscut o adevărată explozie, fapt ce a generat și dezvoltarea de accesorii pentru acestea. Cele mai populare accesorii erau căștile portabile ce permiteau comunicarea fără a se ține telefonul la ureche. Primele căști erau cu cablu, ce lega telefonul de căștile ținute de utilizator la ureche. În 1994, compania Ericsson Mobile Communications a studiat înlocuirea cablului folosit la conectarea căștilor cu tehnologii bazate pe unde radio care au un consum redus de putere și un preț redus. În urma primelor cercetări, a rezultat Multi-Communicator Link – MC Link care opera pe o frecvență radio nelicențabilă. Acesta s-a dovedit a fi mai mult decât o posibilitate de comunicare între telefon și căști, putând fi extinsă la comunicarea dintre două telefoane, două calculatoare, dintre un calculator și o imprimantă sau dintre un telefon și un calculator. Astfel a apărut Bluetooth-ul.

La 20 mai 1998, companiile Nokia, IBM, Ericsson, Intel și Toshiba au format grupul Bluetooth SIG. Scopul acestui grup era cercetarea și dezvoltarea unor conectivități de tip wireless între calculatoare și dispozitivele mobile de comunicații și punerea bazelor unui standard de comunicare numit Bluetooth [6].

La 26 iulie 1999, a fost anunțată prima versiune a specificației Bluetooth, versiunea 1.0, iar în noiembrie 2000, a apărut versiunea 1.1 care îmbunătățește semnalul de primire și rezolvă multe erori existente la versiunea 1.0 și 1.0B. În 2003, a fost adoptată versiunea 1.2 a specificației Bluetooth ce aduce un surplus de viteză la conexiune, iar în 2004 a apărut versiunea 2.0 compatibilă cu versiunea 1.2, dar care permite o viteză de transfer mai mare a datelor și un consum mai redus de energie. Bluetooth 2.1 este adoptat la 26 iulie 2007, iar în 21 aprilie 2009 a fost adoptată versiunea 3.0.

Numele de Bluetooth vine de la numele regelui danez Harald Bluetooth (Blatand) (911-985) care a urcat pe tron în anul 935. Pentru a rezista în fața invaziilor germanice, Harald a cucerit Norvegia și a încercat să întemeieze un imperiu compus din Norvegia, Danemarca, Anglia și o parte din Suedia. După ce a cucerit Norvegia, el a reușit să stabilească o comunicare mai bună între norvegieni și danezi. Din acest motiv, numele de Bluetooth își are originea în numele regelui danez Harald Bluetooth [7].

Sigla Bluetooth (figura 1) conține cele două inițiale ale regelui danez: H și B (figura 2).



Figura 1. Sigla Bluetooth



Figura 2. Caracterele runice H și B

Tehnologia Bluetooth este o tehnologie de tip wireless. În tehnologia Bluetooth, comunicația se realizează în radiofrecvență, fiind folosită o bandă de frecvențe de 2.4 GHz care nu necesită licență și poate fi folosită astfel aproape oriunde în lume. Banda este divizată în 79 de canale radio, fiecare canal având o lărgime de bandă de 1 MHz. Interferența radio este tratată în mod special pentru că în această bandă mai operează și alte tehnologii de comunicație de radiofrecvență cum ar fi telefoane cordless, uși de garaj automate etc. Bluetooth folosește tehnica de împrăștiere spectrală cu schimbare în salturi de frecvență, această schimbare de frecvență producându-se de 1600 ori pe secundă. Fiecare dispozitiv

dispune de o gama de alegere a 79 de frecvențe care se schimba de 1600 ori pe secundă. Este puțin probabil ca două dispozitive să fie pe aceeași frecvență în același moment, iar dacă totuși interferența are loc, ea durează doar o fracțiune de secundă.

Tehnologia Bluetooth este cunoscută și ca standardul IEEE 802.15.

Câteva din avantajele folosirii Bluetooth sunt:

- permite comunicarea între dispozitive mobile sau portabile;
- permite o legătură fără cablu de conectare;
- are un cost redus;
- nu necesită setarea conexiunii;
- are un nivel înalt de compatibilitate între dispozitive;
- evită interferențele de la alte dispozitive fără fir;
- consum minim de energie (consum baterie);
- permite comunicarea prin voce și date. În acest mod, este posibilă folosirea căștilor;
- dispozitive mobile se pot lega într-o rețea de tip PAN (Personal Area Network);
- tehnologia bluetooth este up-gradabilă;
- majoritatea dispozitivelor mobile și portabile dispun de bluetooth;
- este o tehnologie într-o continuă dezvoltare, de viitor.

Unul dintre avantajele majore ale tehnologiei Bluetooth față de tehnologia IrDA (Infrared Data Association) este adaptabilitatea și abilitatea de a fi conectat unu la mai multe echipamente față de unu la unu.

Printre dezavantaje putem considera:

- rata de transfer a datelor de 1 Mbps la Bluetooth față de 4 Mbps la IrDA (infrared);
- securitate scăzută a transmisiei de date;
- posibilitate de pierdere a datelor datorită interferenței, deplasării dispozitivului sau creșterii distanței dintre dispozitivele mobile.

3. Rețele wireless și rețele bluetooth

Există mai multe tipuri de rețele wireless, ce pot fi clasificate după mai multe criterii.

O primă clasificare, după criteriul mod de formare și arhitectură, este în:

1. *Rețelele cu infrastructură*: acestea sunt realizate dintr-o rețea de noduri și terminale (de exemplu: rețele de telefonie mobilă);
2. *Rețelele fără infrastructură (rețele ad-hoc)*: acestea sunt formate în mod dinamic prin cooperarea unui număr arbitrar de noduri;

O clasificare a rețelelor wireless, după aria de acoperire a comunicării, este în:

1. *Wireless Wide Area Networks (Wireless WAN)*: acestea sunt rețele cu infrastructură, iar conexiunile pot fi realizate pe arii geografice întinse, orașe sau chiar țări; se folosesc antene multiple sau sisteme prin satelit menținute prin furnizori de servicii wireless (de exemplu: rețele de telefonie mobilă, rețele prin satelit);
2. *Wireless Metropolitan Area Networks (Wireless MAN)*. Acestea sunt rețele cu infrastructură care permit conexiuni wireless în cadrul unei arii metropolitane.
3. *Wireless Local Area Network (Wireless LAN)*: acestea sunt rețele pe arii de cel mult 100 m; (de exemplu: comunicarea într-o clădire de birouri, un aeroport, o cafenea); Wireless LAN poate funcționa atât ca rețea cu infrastructură, cât și ca rețea ad-hoc;
4. *Wireless Personal Area Networks (Wireless PAN)*: acestea sunt rețele wireless ad-hoc realizate cu ajutorul dispozitivelor mobile: PDA-uri, telefoane mobile sau laptopuri care sunt folosite la o distanță de cel mult 10 m unele de altele.

O altă clasificare a rețelelor wireless, după tehnologia (metoda) de acces, este în: *GSM (Global System for Mobile communications)*, *GPRS (General packet radio service)*, *CDMA (Code division multiple access)*, prin satelit, *Wi-Fi (802.11)*, *Hiperlan2*, *Bluetooth* și *Infrared*.

O rețea Bluetooth este o rețea wireless de tip PAN - Personal Area Network.

Când două dispozitive mobile stabilesc o legătură Bluetooth, unul activează în rolul de master, iar celălalt ca slave, existând posibilitatea ca un dispozitiv oarecare să funcționeze ca master într-o legătură și ca slave într-o altă legătură. La un master se pot lega până la 7 slave-uri active, rețeaua formată numindu-se „piconet”. Rolul de master nu conferă unui dispozitiv nici un fel de privilegii sau autoritate, masterul fiind responsabil doar de sincronizarea dispozitivelor legate la el. Se construiește astfel o rețea ad-hoc de tip PAN din opt dispozitive mobile (noduri). Rețeaua este bazată pe nodurile disponibile și pe locațiile lor. Ea se formează și se schimbă în timp real.

Mai multe rețele „piconets” care comunică între ele pot forma o rețea „scatternet” (figura 3).

Fiecare piconet conține un nod master, cel care trimite informații și maxim șapte noduri slave, care primesc informații. Un nod poate face parte dintr-unul sau mai multe piconet-uri [8].

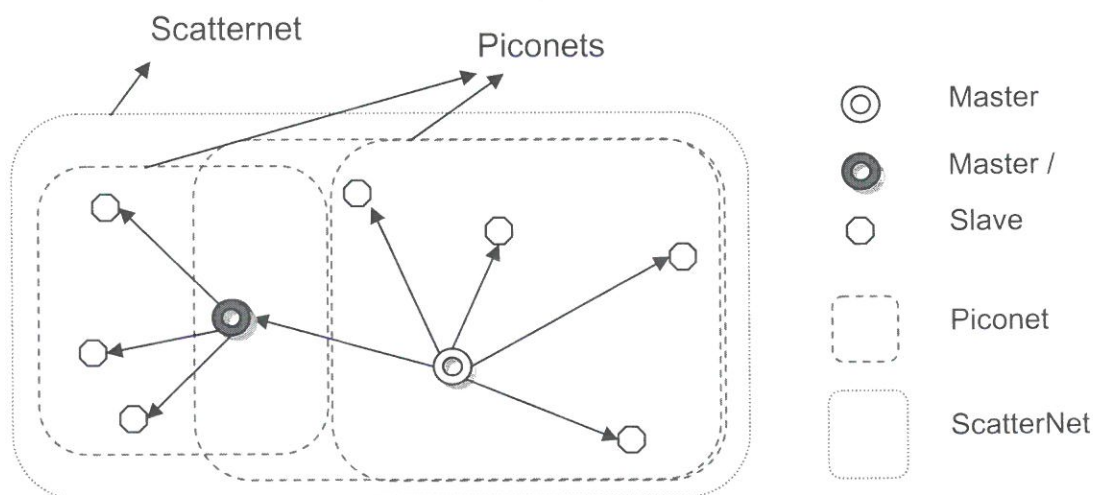


Figura 3. Exemplu de rețele bluetooth

În funcție de distanță și de energia consumată pentru transmisie, se disting trei clase ale tehnologiei Bluetooth (Tabel I) [9].

Tabel I. Clasele Bluetooth

Clasa	Energia	Distanța
1	100 mW	+100 m
2	2,5 mW	10 m
3	1 mW	1 m

Bluetooth este definit ca o arhitectură stratificată de protocoale de comunicație numită stivă. Stiva de protocoale Bluetooth permite dispozitivelor Bluetooth să se localizeze unele pe altele și să creeze, configureze și să controleze legăturile logice și fizice dintre acestea. Aceste legături permit protocoalelor de nivel înalt și aplicațiilor să transmită date prin protocoale de tranfer.

O schema simplificată a stratificării protocoalelor în cadrul tehnologiei Bluetooth [10] este prezentată în figura 4.

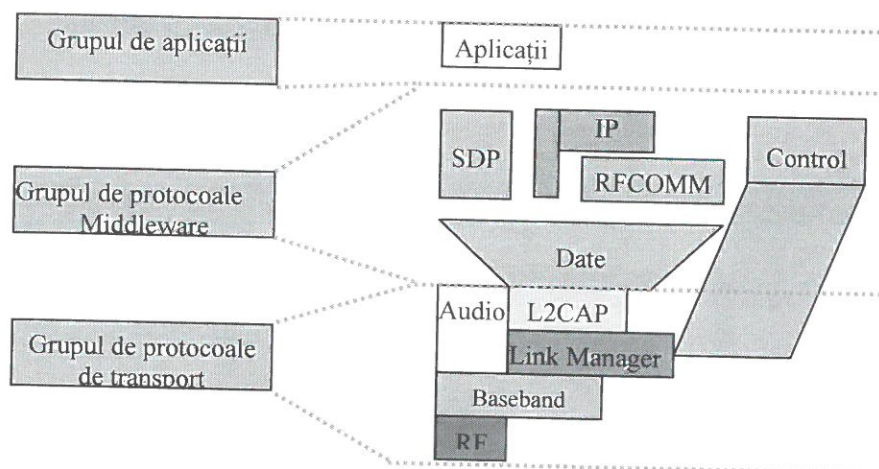


Figura 4. Stratificarea protocolurilor Bluetooth

Grupul de protocoale de transport este compus din:

- frecvența radio (Radio Frequency RF) - trimite și primește șiruri de biți;
- banda de bază (Baseband);
- managerul de legătură (Link Manager) - controlează starea conexiunii și puterea;
- controlul legăturii logice (Logical Link Control și protocolul de adaptare - L2CAP) este folosit pentru multiplicarea conexiunilor logice dintre două dispozitive.

Grupul de protocoale „middleware” este compus din:

- protocolul de descoperire a unui serviciu (Service Discovery Protocol - SDP) - permite dispozitivelor să descopere alte dispozitive ce suportă Bluetooth și parametrii care vor fi folosiți pentru conectarea la noile dispozitive descoperite;
- TCP/IP - protocoale de rețea pentru transmiterea de date;
- RFCOMM (Cable replacement protocol – Radio Frequency Communications) - protocol de înlocuire a cablului și emularea porturilor seriale peste o rețea wireless; foarte multe aplicații Bluetooth folosesc RFCOMM deoarece suportă orice sistem de operare.

4. Aplicația software „BluetoothChat”

Aplicația software numită „BluetoothChat” permite comunicarea interactivă, prin mesaje scrise, între două dispozitive mobile (de tip PDA) cu sistem de operare Windows Mobile Profesional 6.0, folosind tehnologia Bluetooth.

Caracteristici tehnice:

- sistem simplu de comunicare prin mesaje scrise;
- transmitere a mesajelor fără taxare (nu folosește sistemul de telefonie mobilă);
- nu necesită prezența unui server;
- consum redus de energie în condițiile unei comunicări interactive;
- comunicare fără fir într-o arie de maxim 10 m;
- BluetoothChat instalat pe fiecare dispozitiv mobil PDA.

Pentru realizarea aplicației, s-au folosit tehnologia .NET, mediul de dezvoltare Microsoft Visual Studio .NET 2005 și limbajul de programare C#.

Aplicația software BluetoothChat este compusă din două părți: prima parte de conexiune între dispozitivele mobile (stabilire a porturilor de intrare și ieșire) și a doua parte din interfața ce permite accesul la serviciul de chat (mesagerie scrisă).

4.1. Conexiunea între două dispozitive mobile în aplicația BluetoothChat

Conexiunea dintre două dispozitive mobile este realizată prin intermediul a două porturi seriale (figura 5). Un port este folosit pentru trimiterea mesajelor, iar cel de-al doilea port este folosit pentru recepționarea mesajelor.

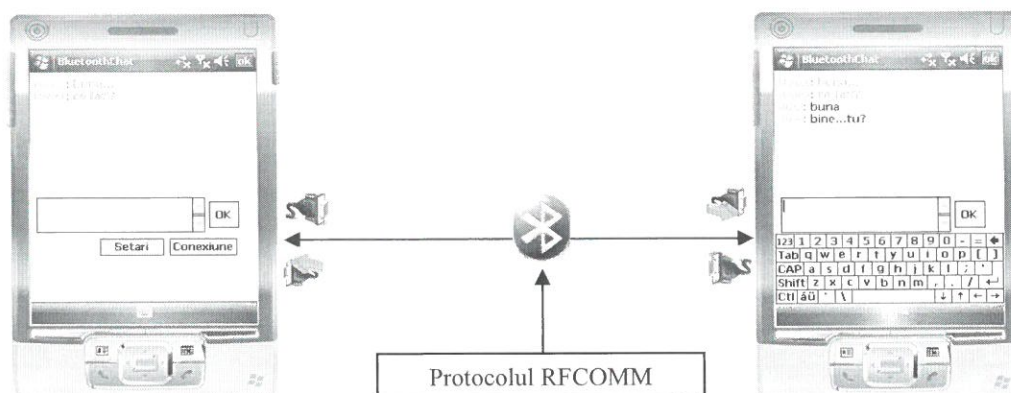


Figura 5. Conexiunea dintre două dispozitive

Legătura serială este realizată prin intermediul tehnologiei Bluetooth, folosindu-se protocolul RFCOMM (figura 5).

Vizualizarea și alegerea porturilor se realizează în doi pași:

1. înainte de intrarea în aplicația BluetoothChat folosind serviciile furnizate pentru alegerea porturilor seriale ale dispozitivului PDA (figura 6);
2. la intrarea în aplicația BluetoothChat (figura 6) fiind prima operație ce trebuie realizată; alegerea celor două porturi se face în concordanță cu setările realizate la pasul 1.

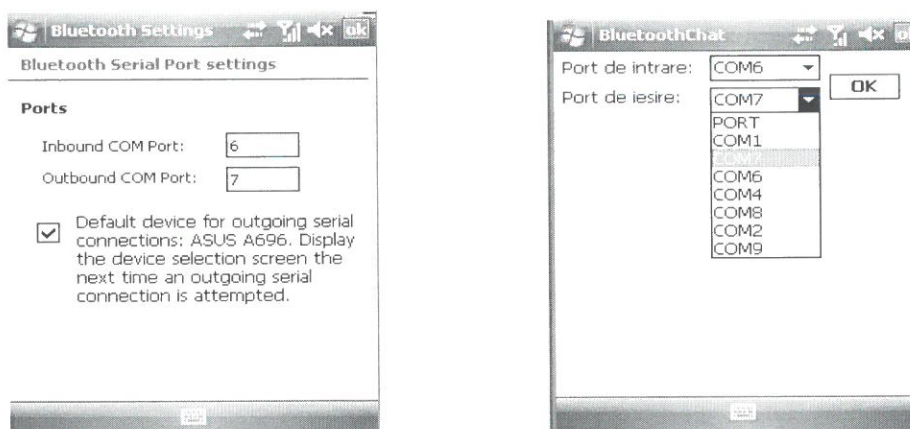


Figura 6. Setările Bluetooth ale dispozitivului mobil și alegerea porturilor în aplicația BluetoothChat

4.2. Interfața ce permite accesul la serviciul de chat

Aplicația software afișează două zone, o zonă în care se poate tasta textul de trimis (figura 7) și cealaltă pentru vizualizare atât a mesajelor primite, cât și a mesajelor trimise (figura 8). Pentru scrierea mesajelor în TextBox, se folosește tastatura „Qwerty” a dispozitivului mobil. Pentru trimiterea mesajului scris, se poate folosi atât tasta Enter a tastaturii, cât și butonul „OK”. Atât mesajele trimise, cât și mesajele primite apar pe ecran.

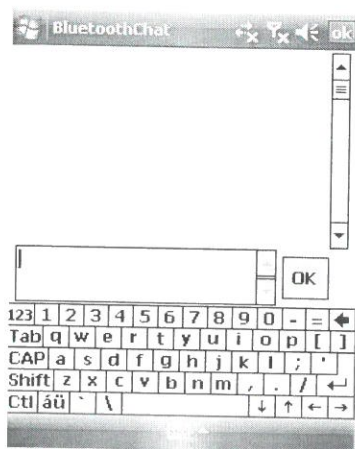


Figura 7. Comunicarea

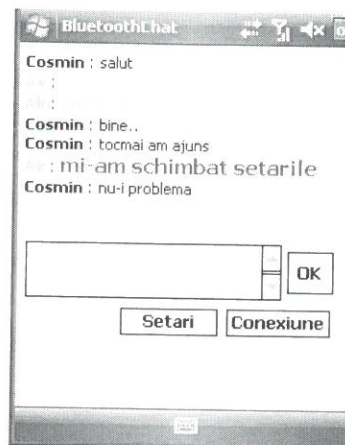


Figura 8. Prezentarea tuturor mesajelor

Când nu se folosește tastatura Qwerty, pe ecran apar și butoanele „Setari” și „Conexiune”. Butonul „Setari” deschide un panel pentru specificarea nickname-ului și a proprietăților textului mesajului. Se pot alege dimensiunea textului și caracteristici ale acestuia (Bold, Italic, Subliniat). Dacă se dorește schimbarea culorii cu care va apărea textul se va apăsa butonul de sub „Dimensiune”. Acest buton are culoarea cu care s-a scris până în momentul în care s-a intrat în setări (negru în cazul nostru). După apăsarea butonului, va apărea o paletă de culori din care utilizatorul va putea alege ce culoare preferă (figura 9).

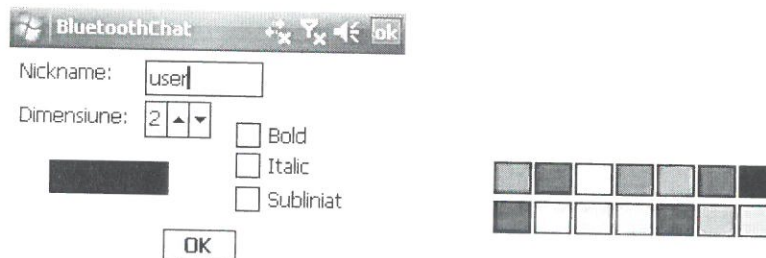


Figura 9. Setări

Prin apăsarea butonului „OK” setările vor fi salvate și se va reveni la fereastra de comunicare.

Aplicația BluetoothChat permite închiderea conexiunii curente și deschiderea unei alte conexiuni, pentru comunicare cu un alt partener.

5. Concluzii

În articol, s-a prezentat tehnologia bluetooth, tipuri de rețele wireless și o aplicație software originală pentru dispozitivele mobile de tip PDA cu sistem de operare Windows Mobile. Aplicația software permite comunicarea interactivă, prin mesaje scrise între două persoane aflate la o distanță de maxim 10 metri una de alta. Față de comunicarea prin SMS, comunicarea realizată nu are costuri, deoarece tehnologia Bluetooth nu presupune plata unei taxe de utilizare. Consumul de energie este foarte redus în comparație cu alte metode de comunicare precum SMS, apeluri telefonice etc.

Aplicația este flexibilă, numele porturilor prin care se realizează comunicarea fiind alese de utilizator. Acestea sunt salvate pentru ca la următoarea deschidere a aplicației să fie valori implicite. Ele se modifică numai în cazul în care s-au modificat setările PDA.

În viitor, aplicația se poate dezvolta prin implementarea unui sistem de securitate a mesajelor transmise sau pentru realizarea unei comunicări prin mesaje scrise între mai multe dispozitive, maxim opt, numărul maxim suportat de o rețea piconet Bluetooth.

În prezent, aplicația software permite transmiterea și primirea numai de mesaje scrise. Următoarele versiuni ar putea include schimbul de date multimedia cum ar fi fișiere audio sau imagine.

Bibliografie

1. ***: Bluetooth Wireless Networking Explained, <http://thetravelinsider.info/roadwarriorcontent/bluetooth.htm>.
2. **KJELDSKOV, J., J. PAAY**: Just-for-Us: A Context-Aware Mobile Information System Facilitating Sociality. In Proc. of ACM MobileHCI'05, September 19– 22, 2005, Salzburg, Austria, pp. 23-30.
3. **WIBERG, M.**: RoamWare: an Integrated Architecture for Seamless Interaction in Between Mobile Meetings. In Proc. of ACM GROUP'01, Sept. 30-Oct. 3, 2001, Boulder, Colorado, USA, pp. 288-297.
4. **TSENG, Y., T. LIN, Y. LIU, B. LIN**: Event-Driven Messaging Services Over Integrated Cellular and Wireless Sensor Networks: Prototyping Experiences of a Visitor System,. IEEE Journal on Selected Areas In Communications, Vol. 23, No. 6, June 2005, pp. 1133-1145.
5. **SORCE, S., F. CINQUEGRANI, S. ANZALONE, D. CACCIA, A. GENTILE, A. GENCO**: A Dynamic System for Personal Communications: the Opportunistic Chat. Int. Conf. on Intelligent Pervasive Computing, IEEE, Jeju City, South Korea, 2007, pp. 307-312.
6. ***: About the Bluetooth SIG, <http://www.bluetooth.com/Bluetooth/SIG/>
7. ***: Information on Bluetooth, <http://www.solware.co.uk/bluetooth-mobile-phone-hands-free-kits/information-on-where-the-name-bluetooth-technology-comes-from.shtml>
8. **GUÉRIN, R., E. KIM, S. SARKAR**: Bluetooth Technology Key Challenges and Initial Research, <http://www.site.uottawa.ca/~ydaadaa/thesis/GKS.pdf>
9. **KÄPPELI, D.**: JXTA over Bluetooth, Zürich, Thesis, 2003, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/eserv.php?pid=eth:26675&dsID=eth-26675-01.pdf>
10. **EDALAT, F., G. GOPAL, S. MISRA, D. RAO**: Bluetooth Technology, 2001, www.ifp.illinois.edu/~vvv/ece371/Bluetooth.ppt