

# ΑΥΕΒ Τρίλιζα

**Μια εφαρμογή της τεχνολογίας ασύρματης δικτύωσης Bluetooth για συσκευές με Symbian OS & Series 60**



**symbian**

Symbian OS - the mobile operating system



**Μακίδης Μιχάλης  
Καρακατσιώτης Γιώργος**



Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Τμήμα Πληροφορικής  
[www.cs.aueb.gr](http://www.cs.aueb.gr)

Χειμερινό εξάμηνο ακαδημαϊκού έτους 2004-2005

# Περιεχόμενα

|  |    |
|--|----|
| Περιεχόμενα .....  | 2  |
| Εισαγωγή.....  | 3  |
| Λεπτομέρειες εγκατάστασης .....                              | 3  |
| Ποια έκδοση μου ταιριάζει;.....                              | 3  |
| Πως θα εγκαταστήσω μια εφαρμογή στη φορητή συσκευή μου;..... | 3  |
| Γενικά .....   | 5  |
| Περιγραφή λειτουργίας της εφαρμογής.....                     | 7  |
| Λεπτομέρειες Υλοποίησης .....                                | 11 |
| Εξυπηρετητής.....  | 12 |
| Πελάτης .....  | 15 |
| Πρωτόκολλο του παιχνιδιού.....                               | 15 |
| Προβλήματα κατά την ανάπτυξη.....                            | 16 |
| Βιβλιογραφία .....   | 17 |

Όλα τα εμπορικά σήματα αναγνωρίζονται ως ιδιοκτησία των κατόχων τους.

# Εισαγωγή

Το έγγραφο αυτό είναι μέρος της τεκμηρίωσης της εφαρμογής «AUEB Τρίλιζα». Η εφαρμογή αυτή ήταν εργασία για το μάθημα 3470 – Ασύρματα Δίκτυα και Κινητές Επικοινωνίες που διδάσκεται στο Τμήμα Πληροφορικής του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών το χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2004-2005 από τον κ. Ν. Πασσά.

Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η ανάπτυξη μίας εφαρμογής για την πλατφόρμα Series 60 ([www.series60.com](http://www.series60.com)) του Symbian OS ([www.symbian.com](http://www.symbian.com)) σε C++, η οποία θα χρησιμοποιεί την τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης Bluetooth. Το Symbian OS της βρετανικής Symbian Ltd. είναι ένα λειτουργικό σύστημα για φορητές συσκευές (και ειδικότερα, «έξυπνα» κινητά τηλέφωνα, ή smartphones). Η πλατφόρμα Series 60 της Nokia είναι ένα σύνολο τάξεων που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και γραφική διεπαφή με το χρήστη, πάνω από το Symbian OS. Και τα δύο είναι διαθέσιμα για licensing από κατασκευαστές φορητών συσκευών. Οι εν λόγω πλατφόρμες επιλέχθηκαν καθώς φαίνεται να είναι οι πλέον διαδεδομένες στην αγορά, παρόλο που δεν διαθέτουν την καλύτερη δυνατή διεπαφή προς τους προγραμματιστές. Δεν προτιμήθηκε η Java διότι το Bluetooth API της δεν υλοποιείται από όλες τις συσκευές και οι εφαρμογές δεν διαθέτουν εντελώς native διεπαφή με το χρήστη.

Η εφαρμογή υλοποιεί το επιτραπέζιο παιχνίδι της τρίλιζας, για δύο παίκτες μέσω Bluetooth, και για ένα παίκτη (εναντίον της TN). Κάθε παίκτης πρέπει να διαθέτει μία συμβατή φορητή συσκευή και να έχει εγκαταστήσει την εφαρμογή για να συμμετάσχει στο παιχνίδι. Η εφαρμογή αυτή διαθέτει διεπαφή στα ελληνικά και στα αγγλικά (επιλέγεται μία αυτόματα με βάση την τρέχουσα ρύθμιση της συσκευής) και αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τα Series 60 v. 1.2 και Symbian OS 6.1 (δηλαδή τρέχει, μεταξύ άλλων, στις συσκευές Nokia 3650, N-Gage, Siemens SX1, Sendo X κ.ά.). Επίσης, έχει δοκιμαστεί επιτυχώς και σε συσκευές με Series 60 Second Edition και Symbian OS 7.0s ή νεότερα (όπως τα Nokia 6600, 7610 κ.ά.). Η ανάπτυξη έγινε κυρίως με βάση τα παραδείγματα που περιλαμβάνονται στο SDK.

Σκοπός του εγγράφου αυτού δεν είναι η παρουσίαση του πλήρους Bluetooth API του Symbian OS (κάτι τέτοιο θα ήταν ιδιαίτερα επίπονο, και καλύπτεται σε κάποιο βαθμό από τη δική του τεκμηρίωση), αλλά μία εισαγωγή στα σημεία του που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της παρούσας εφαρμογής. Η πλειονότητα των διαγραμμάτων UML και άλλων σχημάτων που παρέχονται εδώ και αναφέρονται στο API του Symbian OS προέρχονται από το documentation του Series 60 SDK για Symbian OS v. 1.2.

## Λεπτομέρειες εγκατάστασης

### Ποια έκδοση μου ταιριάζει;

Παρέχονται διάφορες εκδόσεις της εφαρμογής αυτής, ανάλογα με την έκδοση της πλατφόρμας S60 που διαθέτει η κινητή συσκευή σας. Παρακάτω ακολουθεί μία συνοπτική αναφορά της έκδοσης της πλατφόρμας S60 σε διάφορες συσκευές:

- **S60 First Edition:** Nokia 7650, 3650, 3660, 3620, N-Gage, N-Gage QD, Siemens SX1, Sendo X, X2
- **S60 Second Edition:** Nokia 6600, 6620, 6630, 6260, 6670, 6680, 6681, 6682, 7610, 3230, Panasonic X700, X800, Lenovo P930

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις εκδόσεις της πλατφόρμας S60 συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο χρήστη και/ή την ιστοσελίδα του κατασκευαστή της συσκευής σας.

### Πως θα εγκαταστήσω μια εφαρμογή στη φορητή συσκευή μου;

Για την εγκατάσταση μια εφαρμογής, αφού κάνετε λήψη της κατάλληλης έκδοσής της, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εφαρμογή PC Suite (ή αντίστοιχη) που παρέχεται μαζί με τη φορητή συσκευή σας ή να στείλετε απ' ευθείας στη φορητή συσκευή το αρχείο εγκατάστασης που λάβατε, με σύνδεση Bluetooth, υπερύθρων ή άλλου τύπου. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο εγχειρίδιο χρήσης της φορητής συσκευής σας.

Σημείωση: Η παραπάνω εφαρμογή διανέμεται με την ελπίδα ότι θα είναι χρήσιμη, αλλά ΧΩΡΙΣ ΚΑΜΙΑ ΕΓΓΥΗΣΗ, ούτε καν την υποδηλωμένη εγγύηση της ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ή ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΠΟΙΟ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΣΚΟΠΟ.

## Γενικά

Το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας. Η συχνότητα στην οποία μεταδίδει είναι περίπου 2.45GHz και εξασφαλίζει την επικοινωνία ανάμεσα σε 2 συσκευές (point-to-point, όπως στην εργασία μας) είτε ανάμεσα σε πολλές (point-to-multipoint) που απέχουν μία απόσταση μέχρι και 10 μέτρα μεταξύ τους.

Ο συνδυασμός του υλικού και του λογισμικού που συνθέτουν το Bluetooth είναι γνωστός ως Bluetooth stack, και από τη σκοπιά του Symbian OS αποτελείται από:

- **Φυσικό επίπεδο:** ο πομπός και ο δέκτης.
- **Baseband:** αναλαμβάνει να διαχειριστεί τις συνδέσεις και τη μεταφορά των bits στο φυσικό επίπεδο (συνήθως υλοποιείται στο υλικό).
- **Τα πρωτόκολλα του Bluetooth:** τα πρωτόκολλα που αναλαμβάνουν την επικοινωνία ανάμεσα στα διάφορα επίπεδα.
- **Τα προφίλ του Bluetooth:** υψηλού επιπέδου λογισμικό που υλοποιούν τις υπηρεσίες του Bluetooth και εξασφαλίζουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών.

Το Bluetooth έχει σχεδιαστεί για να επιτελεί πολλές διαφορετικές λειτουργίες για διάφορες συσκευές (όπως κινητά τηλέφωνα, ακουστικά hands-free, faxmodems, εκτυπωτές, υπολογιστές, ψηφιακές κάμερες και πολλά άλλα). Όσον αφορά τους σκοπούς που ενδιαφέρουν αυτή την εφαρμογή, η Bluetooth stack μοντελοποιείται πιο λεπτομερώς σε δύο τμήματα: το μέρος που υλοποιείται σε software και το μέρος που υλοποιείται σε hardware (δηλ. ο Bluetooth Host Controller).

Τα στοιχεία του Bluetooth Host Controller αποτελούν το χαμηλότερο τμήμα της Bluetooth stack και γενικά δεν παρέχεται σε αυτά άμεση πρόσβαση από τις εφαρμογές. Τα στοιχεία που υλοποιούνται στο software είναι προσπελάσιμα από τις εφαρμογές, και τους επιτρέπουν να στέλνουν και να λαμβάνουν δεδομένα πάνω από μία ζεύξη Bluetooth, και να ρυθμίζουν τις παραμέτρους της σύνδεσης.

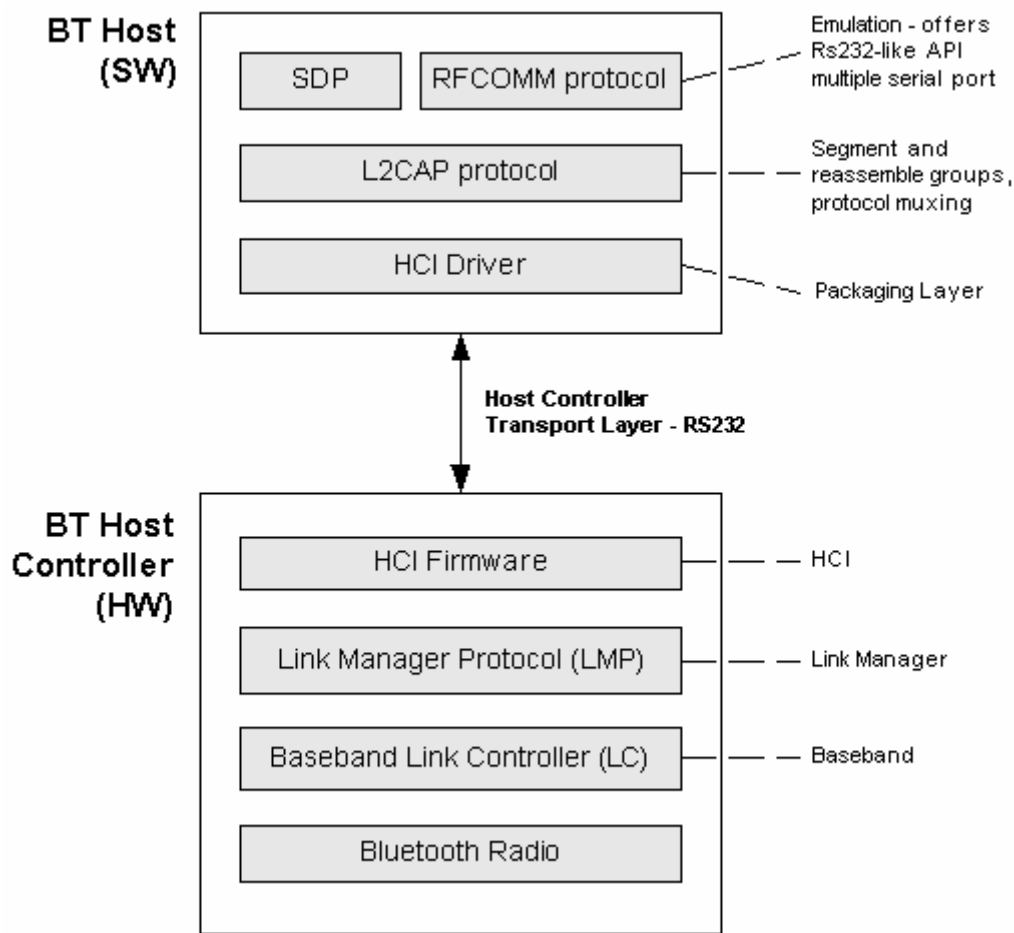
Πιο συγκεκριμένα, το RFCOMM επιτρέπει στην εφαρμογή μας να αντιμετωπίζει την ασύρματη σύνδεση Bluetooth σαν σειριακή. Αυτό είναι το προφίλ που χρησιμοποιείται κατ' εξοχήν στην εργασία αυτή, μέσω των Bluetooth Sockets του Symbian OS.

Το Logical Link Control And Adaptation Protocol (L2CAP) επιτρέπει πιο εκλεπτυσμένο έλεγχο της σύνδεσης. Ελέγχει την πολύπλεξη των σημάτων πολλών χρηστών, εκτελεί SAR (segmentation and reassembly) των πακέτων και ελέγχει την ποιότητα των υπηρεσιών. Και αυτό το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται (έμμεσα) από την εφαρμογή μας μέσω των Bluetooth Sockets.

Το Service Discovery Protocol (SDP) χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό και την περιγραφή των υπηρεσιών που παρέχονται από τις συσκευές. Το χρησιμοποιούμε για να αναζητήσουμε συσκευές στις οποίες τρέχει η εφαρμογή μας ή για να προσθέσουμε την «υπηρεσία» της εφαρμογής μας (τα βήματα αυτά περιγράφονται αναλυτικότερα παρακάτω).

Ο οδηγός του Host Controller Interface (HCI) ενθυλακώνει τα ανώτερου επιπέδου στοιχεία για την επικοινωνία με το hardware. Δεν χρησιμοποιείται άμεσα από την εφαρμογή μας.

Τα APIs του Symbian OS μας δίνουν πρόσβαση στα RFCOMM, L2CAP, SDP, και σε περιορισμένο βαθμό, στο HCI.



Προφανώς, άλλες υλοποιήσεις του Bluetooth (π.χ. αυτές σε μία ψηφιακή κάμερα, ή ένα ακουστικό hands-free) θα έχουν κάποιες διαφορές σε σχέση με τη Bluetooth stack που περιγράφεται εδώ (π.χ. θα υλοποιούν διαφορετικά προφίλ, όπως το Basic Imaging Profile, το Hands-Free profile κ.ά). Επίσης, τα παραπάνω δεν σημαίνουν ότι οι συσκευές και το Symbian OS υλοποιούν μόνο τα παραπάνω, δηλ. μόνο σειριακή σύνδεση μέσω Bluetooth. Απλώς αυτή μόνο χρησιμοποιείται από την παρούσα εφαρμογή. Τυπικά, οι συσκευές με Symbian OS και Series 60 υλοποιούν και προφίλ όπως τα Object Exchange, Telephony, Dial-up Networking, Fax, File Transfer κ.ά.

Τέλος, ένα μεγάλο μέρος του Bluetooth API είναι ασύγχρονο, που σημαίνει ότι οι εφαρμογές που το χρησιμοποιούν διαθέτουν πολλά νήματα (threads). Στο Symbian OS χρησιμοποιείται η έννοια των Active Objects ως διεπαφή «ελαφριών» νημάτων για επικοινωνία διεργασιών με ασύγχρονο τρόπο. Περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στην τεκμηρίωση του Symbian OS.

## Περιγραφή λειτουργίας της εφαρμογής

Για να ξεκινήσει η εφαρμογή, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το εικονίδιο της από το κεντρικό μενού της συσκευής. Στον emulator που παρέχεται με το SDK, αυτό εμφανίζεται ως εξής:



Η αρχική οθόνη της εφαρμογής στον προσομοιωτή του PC είναι:



Στη φορητή συσκευή επιλέγουμε την εφαρμογή από το κεντρικό μενού, και εμφανίζεται η κεντρική οθόνη της εφαρμογής:





Ο παίκτης μπορεί να ξεκινήσει ένα νέο παιχνίδι για δύο παίκτες επιλέγοντας την αντίστοιχη ένδειξη στο μενού. Στη συνέχεια, κάθε παίκτης διαλέγει αν θα είναι client ή server:



Ο server αναμένει για σύνδεση του πελάτη:



Ο client αναζητά τους servers που βρίσκονται σε εμβέλεια, και αφού ο server τον αποδεχθεί, αναμένει τον server να ορίσει τις παραμέτρους του παιχνιδιού:



Αφού ο πελάτης ανακαλύψει τον εξυπηρετητή και συνδεθεί μαζί του, και αυτός τον αποδεχθεί, ο εξυπηρετητής ρυθμίζει τις παραμέτρους του παιχνιδιού:



Στη συνέχεια το παιχνίδι ξεκινάει. Μερικά στιγμιότυπα από παιχνίδια σε εξέλιξη:

Σε Nokia 6600:

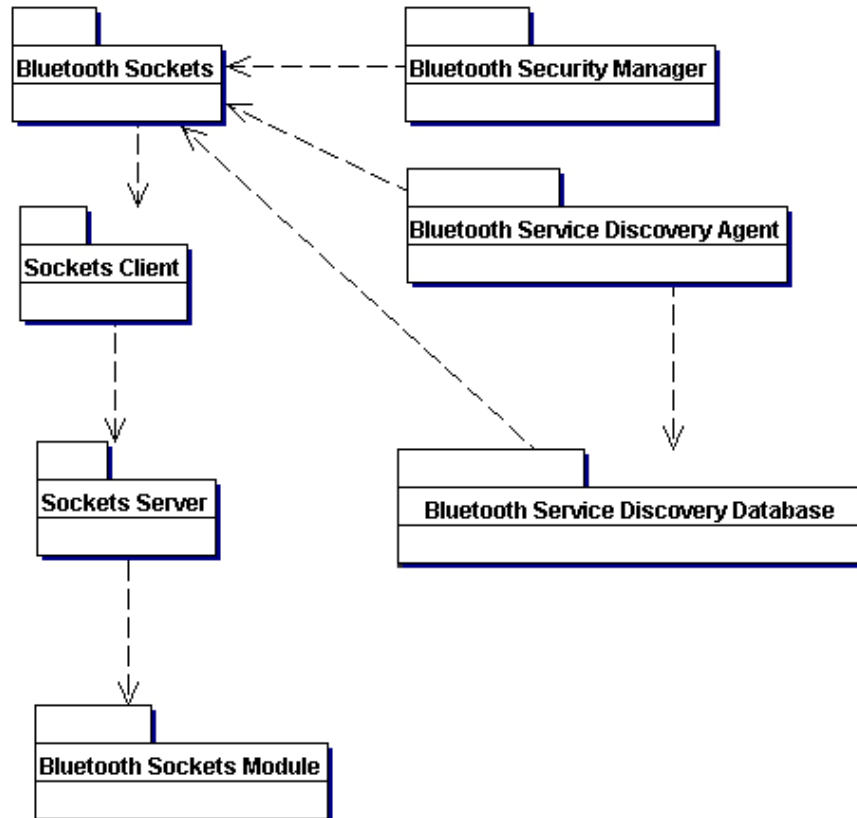


Σε Nokia 3650:



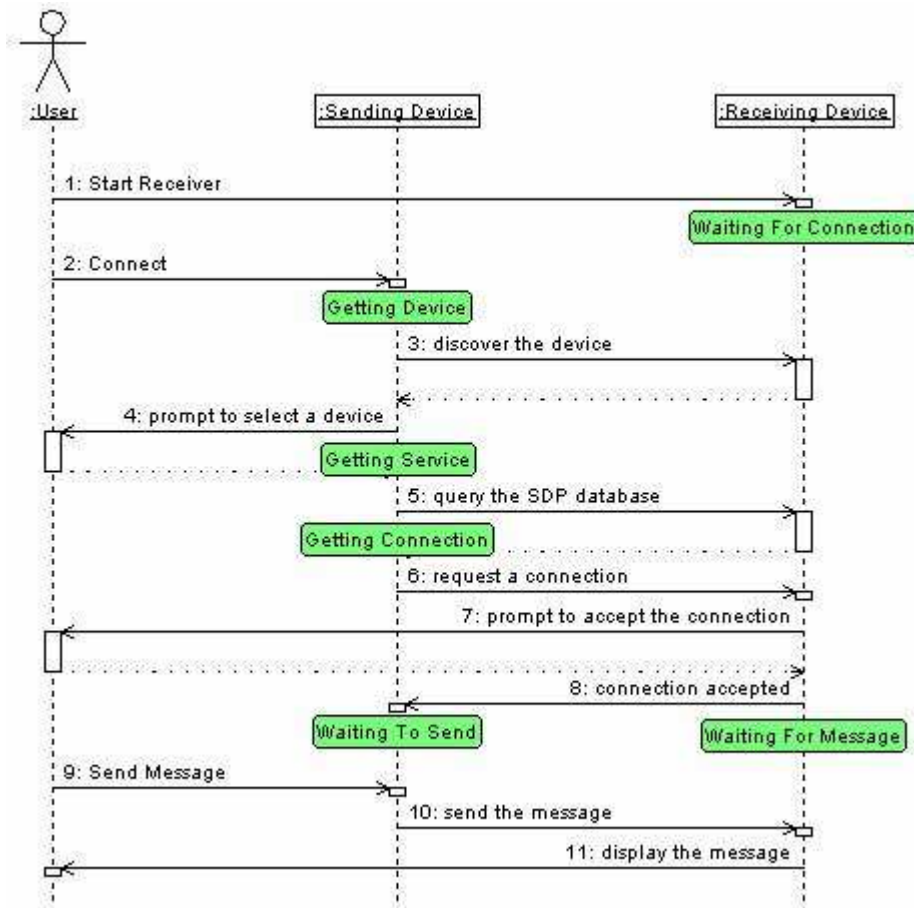
## Λεπτομέρειες Υλοποίησης

Παρακάτω απεικονίζεται η γενική αρχιτεκτονική του Bluetooth API του Symbian OS:



Η εφαρμογή μας αποτελείται από έναν εξυπηρετητή (server) και έναν πελάτη (client). Ο server κάνει τις επιλογές του παιχνιδιού (επιλογή συμβόλου και σειράς) και ενημερώνει τον client. Στη συνέχεια το παιχνίδι ξεκινάει, και κάθε παίχτης στέλνει τις κινήσεις που επιθυμεί (με την κατάλληλη σειρά).

Σε γενικές γραμμές, τα γεγονότα που συμβαίνουν κατά την εγκαθίδρυση μίας σειριακής σύνδεσης μέσω Bluetooth είναι αυτά που φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Στη συνέχεια θα περιγράψουμε λεπτομερέστερα τις ενέργειες που εκτελεί ο πελάτης και ο εξυπηρετητής για την εγκαθίδρυση μίας σύνδεσης.

## Εξυπηρετητής

Αρχικά ο server ανοίγει ένα socket μέσω του πρωτοκόλλου RFCOMM και παίρνει ένα κανάλι (port) στο οποίο ακούει για εισερχόμενες κλήσεις. Στη συνέχεια, αρχίζει να ακούει το κανάλι και δημιουργεί ένα ασύγχρονο αντικείμενο το οποίο δέχεται τις συνδέσεις.

Αφού το socket έχει πια φτιαχτεί, καθορίζεται η ασφάλεια στο κανάλι. Μέσω του Bluetooth Security Manager API, η εφαρμογή καθορίζει την authentication και authorization πολιτική που θα ακολουθήσει για όσους θέλουν να συνδεθούν καθώς και την κρυπτογράφηση των δεδομένων. Ο Bluetooth Security Manager εξασφαλίζει ότι όσοι συνδέονται πληρούν αυτές τις απαιτήσεις. Η δική μας εφαρμογή απαιτεί μόνο authorization (ζητά δηλαδή από το server να επιτρέψει στον client να συνδεθεί).

Ύστερα, ο server αρχίζει να κάνει advertising της υπηρεσίας του<sup>1</sup>. Συγκεκριμένα ενημερώνει τη Service Discovery Database της Bluetooth stack της συσκευής για τη νέα υπηρεσία που προσφέρει (αυτήν της τρίλιζας), δημιουργώντας μια νέα εγγραφή σύμφωνα με την παρακάτω μορφή:

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| <b>Service Class ID List</b> | Serial Port Service Class UUID |
|------------------------------|--------------------------------|

<sup>1</sup> Ας σημειωθεί ότι ακόμα κι όταν ο εξυπηρετητής κάνει advertising της υπηρεσίας του, αν δεν είναι ενεργοποιημένο το Bluetooth στη συσκευή (ή αυτή είναι ορισμένη ως κρυφή, δηλ. μη-ανιχνεύσιμη) δεν θα μπορεί κάποιος πελάτης να συνδεθεί στον εξυπηρετητή.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Protocol Descriptor List</b> | <div> <div>L2CAP UUID</div> <div>RFCOMM UUID</div> <div>Channel number</div> </div> |
| <b>Service Name</b>             | "AUEB Triliza"  |
| <b>Service Description</b>      | "AUEB Triliza Bluetooth Application"  |
| <b>Service Availability</b>     | True  |

Το πρώτο πεδίο αναφέρεται στο UUID της τάξης της υπηρεσίας. Μεταξύ άλλων, οι επιλογές είναι:

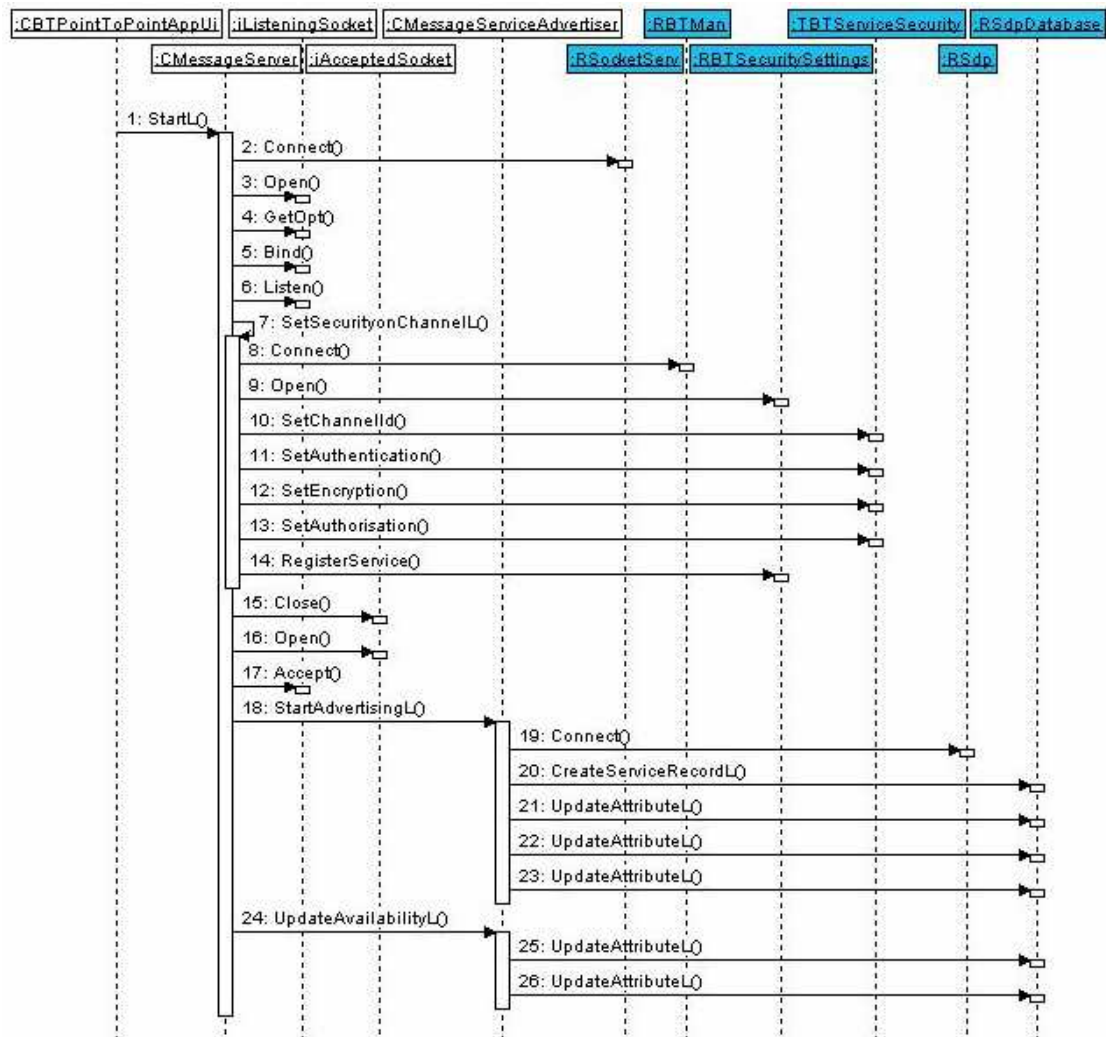
| <b>Service Class</b> | <b>UUID</b> |
|----------------------|-------------|
| Serial Port          | 0x1101      |
| Dialup Networking    | 0x1103      |
| OBEX File Transfer   | 0x1106      |
| Headset              | 0x1108      |
| Cordless Telephony   | 0x1109      |

Εμείς χρησιμοποιούμε τη σταθερά που αντιστοιχεί στη σειριακή θύρα.

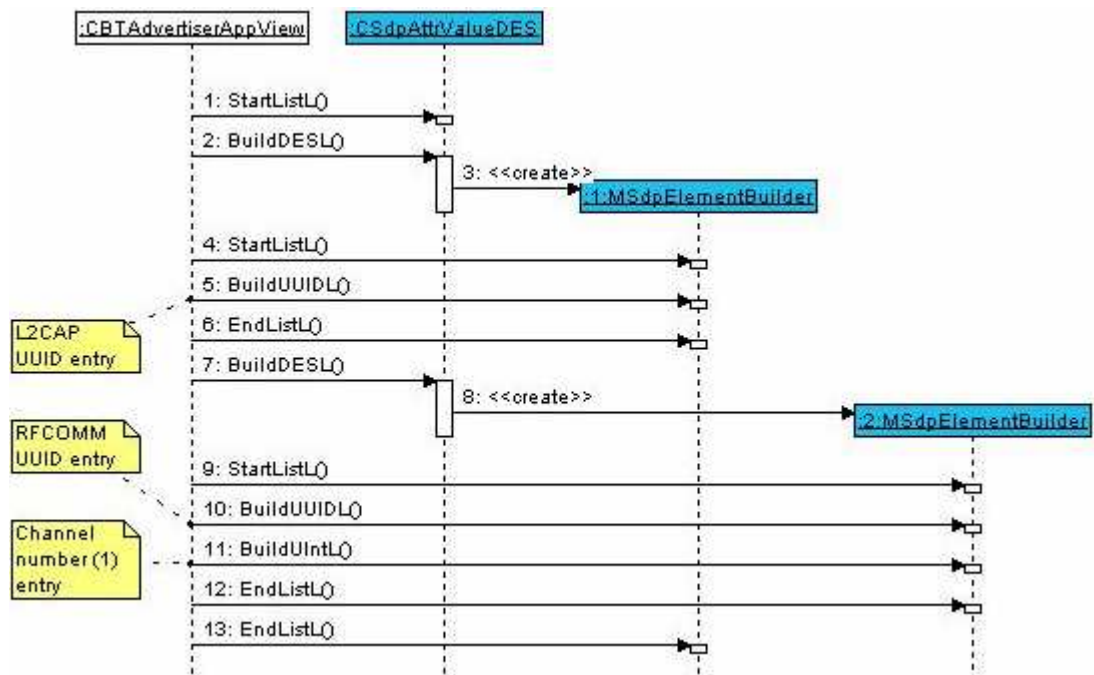
Το δεύτερο πεδίο, η Protocol Descriptor List, είναι μια λίστα με όλα τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιεί η εφαρμογή (L2CAP και RFCOMM, καθώς και το κανάλι του RFCOMM).

Όσον αφορά τα υπόλοιπα πεδία, το Service Name είναι μια συμβολοσειρά που δίνει όνομα στην παρεχόμενη από την εφαρμογή υπηρεσία. Το Service Description είναι μια συμβολοσειρά που περιγράφει την εφαρμογή και τέλος η boolean μεταβλητή Service Availability καθορίζει αν η υπηρεσία παρέχεται ή όχι.

Έτσι για να τοποθετηθεί μία υπηρεσία και να είναι ανιχνεύσιμη από μία απομακρυσμένη συσκευή, δημιουργείται μία service record στη Service Discovery Protocol Database (SDP), μέσω των κλάσεων RSdp και RSdpDatabase του Symbian OS. Οι δύο αυτές τάξεις παρέχουν την δυνατότητα να δημιουργούμε νέες εγγραφές στην SDP, καθώς και να ανανεώνουμε τις ήδη υπάρχουσες. Ας σημειωθεί ότι η ανανέωση της SDP δεν είναι άμεση (σύγχρονη). Ο κώδικας ενημέρωσης μπορεί να έχει ολοκληρώσει την εκτέλεσή του και η ίδια η υπηρεσία να είναι διαθέσιμη για ανίχνευση αφού παρέλθει ένα (μικρό) χρονικό διάστημα.



Η δημιουργία του Protocol Descriptor List γίνεται ως εξής:



Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις τάξεις αυτές, υπάρχουν στην τεκμηρίωση του Series 60 SDK για Symbian OS.

Τελικά, ο server περιμένει μέχρι κάποιος client να συνδεθεί. Αφού κάποιος client κάνει αίτηση να συνδεθεί, ζητείται από το χρήστη να εγκρίνει το συγκεκριμένο client. Αφού τον εγκρίνει ο χρήστης, η εγγραφή της υπηρεσίας διαγράφεται από την Service Discovery Database (για να μην μπορεί να συνδεθεί κανένας άλλος client), σταματά το advertising και γίνεται η σύνδεση.

## Πελάτης

Ο πελάτης, κι αυτός, (όπως και ο εξυπηρετητής) αρχικά συνδέεται με τον Symbian OS Socket Server και παίρνει ένα Socket για το RFCOMM πρωτόκολλο.

Εν συνεχεία, ψάχνει να βρει ποιες συσκευές υπάρχουν μέσα στην ακτίνα του πελάτη και ποιες από αυτές προσφέρουν τη ζητούμενη υπηρεσία. Κάθε εφαρμογή στο Symbian OS χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό αριθμό UID, τον οποίο χρησιμοποιούν συνήθως οι εφαρμογές ως ταυτότητα για τις υπηρεσίες τους (πράγμα που κάνει και η εφαρμογή μας) οπότε και η κάθε υπηρεσία έχει αυτό το μοναδικό χαρακτηριστικό κλειδί<sup>2</sup>.

Αφού ο χρήστης διαλέξει με ποιον θέλει να συνδεθεί, περιμένει μέχρι να τον δεχθεί ο Server και να του στείλει να δεδομένα για να ξεκινήσει το παιχνίδι. Ας σημειωθεί ότι τόσο ο server όσο και ο client μπορούν να ακυρώσουν τη διαδικασία σύνδεσης ανά πάσα στιγμή, δηλ. είτε κατά τη διάρκεια ορισμού των παραμέτρων του παιχνιδιού είτε κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του παιχνιδιού.

## Πρωτόκολλο του παιχνιδιού

Κατά την μετάδοση των ρυθμίσεων του παιχνιδιού από τον εξυπηρετητή στον πελάτη, και κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού (δηλ. όταν εκτελούνται κινήσεις) χρησιμοποιείται ένα πρωτόκολλο στο οποίο κάθε μήνυμα είναι ένας χαρακτήρας. Θεωρητικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένα ακόμα απλούστερο πρωτόκολλο (αφού για κάθε χαρακτήρα είναι 16-bits στο Unicode, ενώ τα μηνύματα που μεταδίδονται είναι πολύ λιγότερα από 2<sup>16</sup>) αλλά για λόγους ευκολίας προτιμήθηκε το παρόν σχήμα:

| Χαρακτήρας | Ενέργεια   |
|------------|--|
| 0          | Εκτέλεση κίνησης στο πάνω αριστερό τετράγωνό                     |
| 1          | Εκτέλεση κίνησης στο πάνω τετράγωνο                              |
| 2          | Εκτέλεση κίνησης στο πάνω δεξιά τετράγωνο                        |
| 3          | Εκτέλεση κίνησης στο αριστερά τετράγωνο                          |
| 4          | Εκτέλεση κίνησης στο κεντρικό τετράγωνο                          |
| 5          | Εκτέλεση κίνησης στο δεξιά τετράγωνο                             |
| 6          | Εκτέλεση κίνησης στο κάτω αριστερά τετράγωνο                     |
| 7          | Εκτέλεση κίνησης στο κάτω τετράγωνο                              |
| 8          | Εκτέλεση κίνησης στο κάτω δεξιά τετράγωνο                        |
| A          | Δημιουργία νέου παιχνιδιού: Παίζει πρώτος ο server, με σύμβολο X |
| B          | Δημιουργία νέου παιχνιδιού: Παίζει πρώτος ο server, με σύμβολο O |
| C          | Δημιουργία νέου παιχνιδιού: Παίζει πρώτος ο client, με σύμβολο X |
| D          | Δημιουργία νέου παιχνιδιού: Παίζει πρώτος ο client, με σύμβολο O |
| I          | Αγνόηση της κίνησης: είναι η σειρά του client                    |

<sup>2</sup> Αν και στον κώδικα της εφαρμογής μας κάνουμε αυτόν τον έλεγχο κατά την ανίχνευση των συσκευών, το Symbian OS δεν υλοποιεί ακόμα τις συγκεκριμένες μεθόδους API, με αποτέλεσμα να επιστρέφονται όλες οι συσκευές και όχι μόνο εκείνες που διαφημίζουν (advertise) την συγκεκριμένη υπηρεσία. Προς το παρόν, ο έλεγχος για την υπηρεσία γίνεται κατά τη σύνδεση, και όχι κατά την ανίχνευση.

## Προβλήματα κατά την ανάπτυξη

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής ήταν το γεγονός ότι όλα τα μηνύματα και τα γεγονότα γίνονταν ασύγχρονα (ήταν διαφορετικά active objects). Έτσι πολλές φορές ήρθαμε αντιμέτωποι με race conditions τα οποία αντιμετωπίσαμε κατάλληλα.

Επιπλέον, αρκετή προσπάθεια απαιτήσε η χρήση του Symbian OS API (στο σύνολό του – από την απλή εισαγωγή ελληνικών χαρακτήρων στα αρχεία resource μέχρι τη χρήση του Bluetooth API και των Active Objects), κυρίως λόγω της ελλιπούς τεκμηρίωσης και των ελαφρώς προβληματικών εργαλείων του SDK (τα οποία ευτυχώς βελτιώνονται από έκδοση σε έκδοση). Επίσης, εντύπωση μας έκανε το γεγονός ότι ορισμένες μέθοδοι (όπως η αναζήτηση υπηρεσίας κατά την ανίχνευση συσκευών και όχι κατά τη σύνδεση) δεν έχουν υλοποιηθεί ακόμα από το Symbian OS.



# Βιβλιογραφία

[www.newlc.com](http://www.newlc.com)

[www.forum.nokia.com](http://www.forum.nokia.com), [www.nokia.com](http://www.nokia.com)

[www.series60.com](http://www.series60.com)

[www.symbian.com](http://www.symbian.com)

[www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com), [www.bluetooth.org](http://www.bluetooth.org)

## DEVELOPING SERIES 60 APPLICATIONS

*Leigh Edwards, Richard Barker and the Staff of EMCC Software Ltd*, Εκδ. Addison-Wesley, 2004

## PROGRAMMING FOR THE SERIES 60 PLATFORM AND SYMBIAN OS

*Digia Inc.*, Εκδ. Wiley, 2003

## SYMBIAN OS C++ FOR MOBILE PHONES

*Richard Harrison*, Εκδ. Wiley, 2003

## Η ΒΙΒΛΟΣ ΤΗΣ C++ PRIMER PLUS

*Stephen Prata*, Τρίτη Αμερικάνικη Έκδοση Εκδ. Β. Γκιούρδας, 2000

## SPECIAL EDITION USING VISUAL C++ .NET

*Kate Gregory*, Que Publishing, 2002

## ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

*Γ. Κ. Πολύζος*, Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα 2004-2005

## ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

*Andrew S. Tanenbaum*, Τέταρτη Αμερικανική Έκδοση, Εκδ. Κλειδάριθμος, 2003

## ΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ – ΑΡΧΕΣ & ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ

*Θ. Θεοχάρης, Α. Μπεμ*, Εκδ. Συμμετρία, Αθήνα 1999

## ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

*Βλαχάβας, Κεφάλας, Βασιλειάδης κ.ά.*, Εκδ. Γαρταγάνης, Έκδοση πρώτη, Ιανουάριος 2002

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΥ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

*Νικόλαος Αβούρης*, Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα 2000