FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

LOKALIZÁCIÓ VEZETÉK NÉLKÜLI AD-HOC SZENZOR HÁLÓZATOKBAN

VARGA Attila K.

Abstract

Localization in wireless sensor networks is a main issue, i.e. to determine the position of a given device in the network. Location information of mobile nodes is a demand in many wireless systems. To give the position of the target node reference points have to be used. The node can calculate its distance and/or angle between itself and the reference points. In the 2D space, if a node knows its distance from three reference points its position can also be determined. One more reference point is needed in the 3D space to determine the current position of the target device.

In this paper the main localization techniques used in self-organizing sensor networks are described. Accuracy and deployment costs are two factors that may contradict each other, but both are important factors for the success of location-based services. To achieve higher localization accuracy, extra hardware equipments are utilized by most of the existing localization algorithms, which increase the cost.

Key words:

Self-organization; Mobile Nodes; Wireless Sensor Network; Localization

Összefoglalás

A vezetékes hálózat hátránya a vezeték nélkülivel szemben, hogy ha kapcsolódni akarunk hozzá, mindenképpen valamilyen kábeles összeköttetést kell létrehozunk, ami igen csak korlátozza a mozgásunkat, vagy mai divatos kifejezéssel élve a mobilitásunkat. Vezeték nélküli hálózat esetében azonban nincs szükségünk kábelekre, készülékeink hatósugarán belül bárhol kapcsolatot létesíthetünk más eszközökkel.

Elosztott szenzor hálózatokat több mint 30 éve alkalmaznak, de a vezeték nélküli szenzor hálózat az utóbbi években kapott nagy hangsúlyt a vezeték nélküli technológia fejlődésével és térhódításával, mely lehetővé tette, hogy olcsó, kisméretű, alacsony fogyasztású és több célú szenzorok alkalmazására épülő kommunikációt használjanak rövid távolságokra. A vezeték nélküli szenzor hálózatokban alapvető probléma a mozgó eszközök helyzetének meghatározása. Ezen cikk keretein belül a lokalizáció során leginkább alkalmazott technikák kerülnek bemutatásra.

Kulcsszavak:

önszervező, szenzor hálózat, vezeték nélküli kommunikáció, lokalizáció, csomópont

1. Bevezetés

A vezeték nélküli hálózatok az évek során több szabvánnyal is gazdagodtak. Napjainkban több vezeték nélküli kommunikációs szabvány áll rendelkezésre közepes és nagysebességű adatátvitelhez, hang, kép, videó továbbító, és számítógépes hálózatok kiszolgálásához, a kínálatból azonban nem rég még hiányoztak a szenzor és vezérlő egységek speciális igényeit kielégítő vezeték nélküli kommunikációs szabványok. Ezek a rendszerek nem igényelnek nagy sáv szélességet, de szükséges a rövid várakozási idő, látencia, az alacsony energiafelhasználás és a biztonságos kommunikáció. Természetesen az alacsony

költségek is fontos paramétert jelentenek egy széles körben felhasznált vagy elterjeszteni kívánt szabványnál.

2. Lokalizáció alapjai

A szenzor csomópont gyakorlatilag egy olyan eszköz a vezeték nélküli hálózatban, amely képes adatfeldolgozásra, információ begyűjtésre, illetve kommunikációra a hálózatba kapcsolódó többi csomóponttal. A lokalizáció valamennyi vezeték nélküli szenzor hálózatra épülő alkalmazásban nagy jelentőséggel bír. A vezeték nélküli lokalizációs technikákat a mobil szenzorok nem ismert helyzetének meghatározására használják, felhasználva a rendszer ismert priori helyzeti információit.

1. ábra. Önszervező vezeték nélküli szenzor hálózat elemei

Ahhoz, hogy egy eszköz helyzetét kiderítsük, referencia pontok használatára van szükség. Az eszköz meghatározza a távolságot, a szöget vagy mindkettőt önmaga és a referencia pont között, tehát a 2D-s síkban, ha egy eszköz ismeri a távolságát három referencia ponttól (melyek helyzete ismert), akkor meghatározható az eszköz helyzete. Ezzel szemben a 3D-s térben már 4 referencia pontra van szükség. Ugyanakkor, ha egy eszköz ismeri a helyzetét és a szöget egy referencia ponthoz képest, akkor szintén meghatározható a helyzete.

3. Lokalizációs algoritmusok

A lokalizációs technika kiválasztását sokszor az ár, a méret és az elvárt lokalizációs pontosság determinálja. A lokalizációs algoritmusokat három fő csoportba sorolhatjuk: tartomány-független, tartomány-függő, illetve csomópont független algoritmusok.

A tartomány-független algoritmusok esetén a csomópontok a szomszédaik ismert helyzeti információi alapján becsülik meg saját helyzetüket. Itt feltételezzük, hogy nem minden csomópont rendelkezik távolság, szög vagy egyéb metrikus információval. A tartomány-függő algoritmusok távolságbecslést

végeznek a fix és a mobil csomópontok között. A cél csomópontok relatív módon próbálják megbecsülni helyzetüket a fix csomópontokhoz képest.

3.1. Súlyozott súlyponti lokalizáció

A súlyozott súlypont ötlete, hogy a cél eszköz helyzetét az átviteli zónában lévő fix csomópontok ismeret helyzetéből kalkulált átlag alapján becslik. A fix csomópontok helyzete ezen felül súlyozható. Az ismeretlen pozíció a következőképpen számítható:

$$\tilde{x} = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i x_i}{\sum_{i=1}^N \omega_i}, \quad (1)$$

ahol N a fix csomópontok száma az átviteli zónában, x_i az i -edik fix csomópont helyzete, ω_i a súlyokat jelöli. A leggyakoribban alkalmazott technika, hogy a mobil csomópontok broadcast jelleggel kiküldenek egy üzenetet.

3.2. Befoglaló doboz

A befoglaló doboz egy egyszerű, számítás hatékony lokalizációs technika, ahol a fő koncepció, hogy minden egyes fix csomópont köré konstruált befoglaló doboz által meghatározott metszetben helyezkedik el a cél eszköz. Az i -edik burkoló doboz oldalának hosszával megközelítőleg becsülhető, hogy milyen távolságra helyezkedik el a cél eszköz. A helyzetbecslés eredménye tehát a metszetként kialakuló határoló doboz, vagy ennek a közepe, azaz

$$\tilde{x} \in \left\{ \bigcap_i B_i \right\}, \quad (2)$$

ahol B_i az x_i csomópont köré létrehozott négyzet alakú doboz, melynek az oldala a hatókör sugarának kétszerese. A keresett burkoló doboz geometriája, azaz alakja a csomópontok topológiájától függ. Bár ezen technika pontossága jellegénél fogva korlátozott, mégis nagyon egyszerű és gyorsan implementálható és futtatható a csomópontokon. Ugyanakkor ezzel a technikával kalkulált pozíció jól használható egy kiinduló becslésként, melyet rekurzív módon más technikákkal lehet finomítani.

3.3. Pont a háromszögben (PiT)

A PiT algoritmus is egy tartomány független lokalizációs séma. Ebben a megközelítésben a cél eszköz küld egy jeladó üzenetet, amit a fix csomópontok vesznek. Ezt követően háromszög alapú kommunikációs tartományokat alakítanak ki, azaz:

$$\tilde{x} \in T_1 = \{x_1, x_2, x_3\}, \quad \tilde{x} \in T_2 = \{x_1, x_2, x_4\}, \quad \tilde{x} \in T_3 = \{x_1, x_3, x_4\}, \quad \tilde{x} \in T_4 = \{x_2, x_3, x_4\}, \quad (3)$$

ahol T_i az i -edik alhalmaz, mely egy háromszöget határoz meg. Minden egyes háromszög esetén meg történik a PiT teszt azon célból, hogy kiderüljön, melyik tartományban található a céleszköz. Végül a cél eszköz pozícióját az összes olyan háromszög alakú terület metszete fogja adni, melyek tartalmazzák az eszközt. A legfőbb probléma ezzel a technikával, hogy meg kell vizsgálni, egy adott csomópont a vizsgált háromszögben helyezkedik el vagy sem. A PiT teszt gyakorlatilag geometria alapokon nyugszik.

4. Következtetések

Alapvető probléma a vezeték nélküli szenzor hálózatban a lokalizáció, azaz egy eszköz helyzetének felderítése, meghatározása. Egy alkalmasan megválasztott súlyozási módszerrel finomítani lehet a pozícióbecslést, pontosabb helyzet meghatározó információk révén pedig gyorsabban megy végbe az önszerveződés a szenzor hálózaton belül, ami energia megtakarításhoz vezet. Ezzel a telepélettartam növelhető, tehát az adott rendelkezésre álló energiakapacitás hatékonyabban használható ki, ezért gazdaságosabbá válhat az önszervező szenzor hálózat üzemeltetése.

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Irodalom

- [1] A. Savvides, C.-C. Han, and M. B. Strivastava. *Dynamic fine-grained localization in Ad-Hoc networks of sensors*. In Proc. of the Int. Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), pages 166–179, 2001.
- [2] J. Blumenthal, F. Reichenbach, and D. Timmermann, “*Position estimation in ad hoc wireless sensor networks with low complexity*,” in Joint 2nd Workshop on Positioning, Navigation and Communication 2005 and 1st Ultra-Wideband Expert Talk. Shaker Verlag, March 2005, Workshop, pp. 41–49, Hannover, Germany.
- [3] X. Shen, Z. Wang, P. Jiang, R. Lin, and Y. Sun. *Connectivity and RSSI based localization scheme for wireless sensor networks*. In Advances in Intelligent Computing, pages 578–587, 2005.

Varga Attila K.

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar,
Automatizálási és Kommunikáció-technológiai Tanszék

3515 Miskolc-Egyetemváros

Telefon: +36 46 565 140

E-mail: varga.attila@uni-miskolc.hu