

Vakulya Gergely

„Köztesréteg szolgáltatások hatékony megvalósítása szenzorhálózatokban”

című doktori (PhD) értekezésének bírálata

I.

A jelölt értekezésében a szenzorhálózatokon belüli kommunikáció hatékonyságának növelését, és a szenzorhálózatokra alapozott lokalizáció minőségének javítását tűzi ki célul.

Az első témakörben:

- (1) az egyszerű elárasztást megvalósító protokoll olyan módosítását javasolja sűrű hálózatok esetére, amely a közel teljes lefedettséget jelentősen csökkentett csomagszám elküldése mellett is biztosítani tudja;
- (2) garantált kézbesítési idejű, hibatűrő és energia-hatékony kommunikációt valósít meg körkörös és többkörös topológiákra;
- (3) körkörös topológiák esetén megvizsgálja annak lehetőségét, hogy egyidejűleg több csomópont is adhasson;
- (4) extrém alacsony energiájú aszimmetrikus kommunikációt megvalósító rendszerre tesz javaslatot.

A második témakörben hangforrás pozíciójának meghatározására alkalmas lokalizációs eljárás pontosságának javítását, és számításigényének csökkenését eredményező módszert mutat be.

A témaválasztás egy kifejezetten sokoldalú felkészültséget igénylő, számos izgalmas kérdést felvető területhez kapcsolódik, ahol a vonatkozó modellezési apparátus, az elméleti megalapozás, a szimuláció, és a hardver realizáció harmóniája kulcsfontosságú. A kidolgozott eljárások jelentős újdonságtartalmúak, az értekezésbeli tárgyalásmódjuk és interpretációjuk a jelölt igen magas színvonalú felkészültségét dicsérik.

A 10 oldal terjedelmű **1. fejezet** bevezetésként szolgál: logikus rendben, és megfelelő terjedelemben bemutatja, hogy az informatikai eszközök méretének, árának, ill. energiafogyasztásának csökkenése következtében reálissá vált proaktív működésű, elosztott érzékelő hálózatok megvalósítása. Ezek tipikusan olcsó, mikrovezérlő alapú, rádióval kommunikáló csomópontok sokaságán alapszanak. A fejezet elején elsőként röviden hivatkozik néhány híres szenzorhálózatos alkalmazásra, majd bemutatja a hardver fejlődés főbb trendjeit, az alkalmazások létrehozását támogató operációs rendszereket, az energiatakarékos működés támogatásának fontosabb eszközeit, a kommunikáció és a szinkronizáció leginkább szóba jövő megoldásait, végül rátér a lokalizációs módszerekre. A fejezet legvégén az értekezés további fejezeteinek tartalmát foglalja össze.

A **2-5. fejezetekben** a Szerző hatékony kommunikációs szolgáltatásokat mutat be. A fejezet 2.1. bevezető szakasza a leggyakrabban használt hálózati topológiák rövid bemutatására vállalkozik, majd rátér a szenzorhálózatok körében elterjedt kommunikációs protokollok rövid ismertetésére. A 14 oldal terjedelmű **2. fejezetben** egy perkolációt eredményező elárasztás megvalósítására tesz javaslatot. Az eljárás megfelelőségéről szimulációval győződik meg. A garantált válaszidő, és az energiahatékonyság követelményét előírva a 22 oldal terjedelmű **3. fejezetben** érdeklődése a kötöttebb hálózati struktúrákhoz, ezen belül a körkörös és többkörös TDMA ütemezések felé fordul. Az elvi megoldás ismertetését követően eredményeit 10, ill. 12 csomópontból álló, hardver-szoftver összeállítással is

illusztrálja. A 17 oldal terjedelmű **4. fejezet** az optimális multi-TDMA ütemezésekről szól. Az egy időben több adás lehetőségével élve egy nagyon érdekes, optimális (legrövidebb periódusidejű) ütemezést eredményező algoritmust mutat be. Azt is bemutatja, hogy a keresési tér heurisztikus csökkentésével az algoritmus gyorsítható az optimális megoldás garantálása mellett. A 11 oldal terjedelmű **5. fejezetben** kétirányú aszimmetrikus protokollt javasol extra alacsony kitöltési tényezőjű eszközök működtetéséhez. Az alkalmazott megoldás a mérési eredményeket szállító adatcsomag elküldését követően rövid vételi ablakot iktat be. Ez lehetővé teszi rövid, önálló vagy nyugtaüzenetként kódolt válaszok hatékony vételét, mely utóbbi révén elérhető energiafogyasztás-csökkenés mértéke eléri a 30%-ot.

A 23 oldal terjedelmű **6. fejezetben** a Szerző hatékony lokalizációs szolgáltatások bemutatására vállalkozik. A fejezet 3.1. bevezető szakasza a pozíció meghatározás elvi kérdéseit vázolja, majd a továbbiakban, a 3.2. szakaszban, a konzisztencia alapú lokalizációs eljárásra fókuszál. A 3.3. szakaszban ennek egy javított változatát veti fel, amelyben egy adaptív lokalizációs algoritmust ajánl a pontosság növelésére, különösen visszaverődésekkel terhelt elrendezések esetén. A gyakorlati megvalósítás tapasztalatai alátámasztják az elméleti megfontolásokat. A 3.4. szakasz a konzisztencia-függvény maximumának megkeresését gyorsító eljárást mutat be, aminek megfelelőségét szimulációk támasztják alá.

Az értekezés kiegészül még – összesen 19 oldal terjedelemben – egy összefoglaló fejezettel, a tézisekkel (magyar és angol nyelven), továbbá a saját publikációk 10 elemű, és a saját szoftverek 6 elemű jegyzékével, valamint egy rendkívül gazdag, 96 elemű külső hivatkozási listával.

II.

Az értekezés igényes kivitelű, alapos munka. Célkitűzése és mondanivalója világos, szerkesztése logikus, jól áttekinthető.

Az értekezésben bemutatott tudományos eredményeket értékesnek és kiemelkedően magas színvonalúnak tartom. Ezek szinte mindegyike komplex módon járul hozzá azoknak a problémáknak a kezeléséhez, ill. megoldásához, amelyek szenzorhálózattal megoldható feladatok kapcsán merülnek fel. Az értekezés olyan munka, amely egészen konkrét gyakorlati problémák megoldására irányul.

Az eredmények gyakorlati jelentősége egyértelmű: a szenzorhálózatok alkalmazása során kiemelték a kommunikáció, a szolgáltatásbiztonság és az energiafelhasználás hatékonyságát támogató algoritmusok.

A Szerző eddigi publikációs tevékenysége kiemelkedő, az értekezés témájában született publikációk mindegyikének első Szerzője volt.

III.

Az értekezés problémafelvetése szerteágazó témaköröket érint elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt. Ezen belül kifejezetten öröndetes, hogy elsősorban konkrét mérnöki megfontolások kerülnek előtérbe. Az értekezés összességében szép kiállítású, gépelési hibát, elütést keveset találtam benne.

Köszönettel tartozom a Szerzőnek azért, hogy az értekezés tanszéki vitára bocsátott változatához képest sokat tett a dolgozat disszertáció formájúvá tétele érdekében. A végleges változatban sokkal átfogóbb képet kapunk a szenzorhálózatokhoz kapcsolódó hardver,

szoftver és fejlesztéstechnológiai kérdésekről, azok kölcsönhatásairól és kölcsönös összefüggéseiről, és ebből adódóan az elért eredmények helye, szerepe, súlya is egyértelművé válik. Következetesebb lett a szóhasználat is. Az elért tudományos eredmények szimulációs alátámasztásait nagymértékben hitelesíti az olvasó számára, hogy a Szerző időközben publikálta az algoritmusokat megvalósító szoftvereit is, amivel – megítélésem szerint – szép példát mutat az Informatikai Tudományok Doktori Iskola tagjainak.

Mindezek mellett azonban továbbra is fenntartom a tanszéki vita alkalmával megfogalmazott kifogásomat: Még mindig az a benyomásom, hogy az értekezés továbbra is azt a rutint követi, miszerint az egyes fejezetek a korábban megírt cikkeken alapuló összefoglalások. Nincs határozott íve az értekezésnek. Nincs utalás arra, hogy a Szerző miként keveredett erre a területre, miért pont ezekkel a problémákkal foglalkozott.

A korábbi megjegyzéseim közül továbbra is fenntartom, hogy „a perkoláció alapú elárasztási algoritmus” helyett szerencsésebbnek érzem az „1 valószínűséggel perkolációt eredményező elárasztási algoritmus” vagy valami hasonló szóhasználatot. Ezt a felvetést a Szerző az értekezésben magáévá tette, de a vonatkozó első tézis megfogalmazását nem módosította. Tisztelettel kérem, hogy a nyilvános vita során erre a kettősségre adjon magyarázatot.

IV.

Az új tudományos eredményeket a Szerző 3 tézisben foglalja össze. Mindegyik tézis további három alpontot tartalmaz. Bár a Szerző ezt nem teszi egyértelművé, de a magam részéről azt feltételezem, hogy az alpontokat maga a Szerző sem tekinti önálló téziseknek.

Az értekezésben szereplő eredményeket nagyra értékelem, mindhárom tézist elfogadom.

Összefoglalva:

A doktori (PhD) munka tudományos eredményeit nagyra értékelem, azokat fenntartások nélkül elegendőnek tartom a doktori (PhD) fokozat megítéléséhez. Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom. Értelemszerűen a nyilvános védés kitűzésével is egyetértek, hiszen a jelölt esetében a doktori szabályzat publikációs minimumkövetelményei teljesülnek. Ehhez kapcsolódóan külön kiemelem az eredmények publikáltságának színvonalát, továbbá a műveit idéző független hivatkozások számát, amelynek alapján egyértelmű a Szerző munkásságának nemzetközi szintű ismertsége és elismertsége.

Budapest, 2015. július 8.



(Péceli Gábor)