

Анализ на безжични мултимедийни сензорни мрежи

Михаил Илиев, Йордан Александров

An analysis on wireless multimedia sensor networks: The paper examines wireless multimedia sensor networks (WMSN). It presents various applications, which can be used and also factors that influence the design of WMSN. Reference architectures which are used for design and implementation of WMSN are also discussed.

Key words: *Wireless multimedia sensor networks, Sensor networks, Factors of influence on WMSN.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Безжичните сензорни мрежи (БСМ) привличат вниманието на изследователите през последните няколко години, поради многото теоретични и практически предизвикателства. Големият интерес следва от приложните възможности на големи по мащаб мрежи от малки устройства, които събират информация относно заобикалящата ги среда, осъществяват проста обработка и я предават към отдалечени станции. Повечето БСМ измерват скаларни физически величини като температура, влажност, налягане и др. По голямата част от приложенията използват ниска скорост на пренос и са толерантни към закъсненията.

Напоследък, появата на евтини хардуери, като CMOS камери и микрофони, които записват мултимедийни данни от средата, позволява развиването на безжични мултимедийни сензорни мрежи (БМСМ), т.е. Мрежи от безжично свързани устройства, които позволяват предаването на видео и аудио потоци, неподвижни снимки и данни от скаларни сензори. Със значителните подобрения и миниатюризация на хардуера, единичен сензор може да бъде снабден със модули за събиране на аудио и визуална информация. Освен получаването на мултимедийна информация, БМСМ могат също така и да я съхраняват, обработват в реално време, мултиплексиране на данни от разнородни източници [1].

ПРИЛОЖЕНИЕ НА БМСМ

Безжичните мултимедийни сензорни мрежи не само ще подобрят съществуващите приложения, като следене, автоматизация на дома и следене параметри на различни среди, но и ще позволят няколко нови приложения на БСМ.

Мултимедийни сензорни мрежи за наблюдение.

Безжични сензори съставени от миниатюрни видео камери, захранвани с батерии, нискоенергиен безжичен приемник и предавател, който е способен да обработва, изпраща и получава информация. Видео и аудио сензори ще се използват за подобряване и допълване на вече съществуващи системи за наблюдение, помагайки в борбата с престъпността. Широкомащабни мрежи могат да увеличат способностите на правоприлагащите институции да наблюдават райони, публични мероприятия, частни парцели и граници.

Подобрено предоставянето на здравни грижи.

Сензорни мрежи в телемедицината [2] могат да бъдат интегрирани с 3G мрежи да предоставят здравни грижи навсякъде. Пациентите ще носят медицински сензори за наблюдение на параметри, като температурата на тялото, кръвното налягане, пулса, ЕКГ, дишане. Освен това, дистанционни медицински центрове ще извършват отдалечено наблюдение на своите пациенти чрез видео и аудио сензори, датчици за движение, които могат да бъдат вградени в гривна за китката.

Услуги за локализиране на хора.

Мултимедийни данни, като видео потоци или статични изображения, заедно с напреднали методи и техники за обработка на сигнали, могат да се използват за откриване на изчезнали хора или за идентифициране на престъпници.

Контрол на индустриалния процес.

Мултимедийни данни като изображения, заедно с измервания на температура или налягане могат да бъдат използвани в критични точки на индустриалния процес. Техники на компютърното зрение могат да се прилагат върху изображения добити от БМСМ с цел да подпомогнат процеса на производство на полупроводникови чипове, хранителни и фармацевтични продукти. Например при контрола на качеството, детайли или крайни продукти се проверяват автоматично за дефекти. Допълнително, чрез компютърно зрение може да се разбере позицията и ориентацията на части, за да могат роботизирани ръце да ги вземат.

ФАКТОРИ, КОИТО ВЛИЯТ НА ПРОЕКТИРАНЕТО НА БМСМ

Безжичните мултимедийни сензорни мрежи ще бъдат осъществени чрез конвергенция на комуникация и обработка на сигнали, заедно с теория на управлението и вградени системи. Това мултидисциплинарна изследване ще позволи разработката на разпределени системи от хетерогенни устройства, които усещат, взаимодействат и управляват физическата среда. Разгледани са няколко основни фактора, които влияят на БМСМ.

Приложно-ориентирани изисквания за качество на услугите

Голямото разнообразие на приложенията на БМСМ имат различни изисквания. Мултимедийната информация включва два вида: единичен кадър и поточна мултимедия. Единичните кадри съдържат наблюдения в малък период от време. Поточната мултимедия се генерира в продължителен период от време и изисква постоянно предаване на информация. Необходима е силен хардуерен фундамент, който да поддържа алгоритми на високо ниво за качество на услугите и да се разгледат приложно-ориентирани изисквания.

Изискване за голям капацитет на канала

Мултимедийните услуги, особено видео потоците, изискват капацитет на канала, който е в пъти по-голям от този, който се поддържа в момента от наличните сензори. Например, номиналната скорост за съвместимите с IEEE 802.15.4 сензори на Crossbow (MICAz и TelosB)[3] е 250 кбит/с. Необходима е скорост поне два пъти по-голяма, за да могат да се използват крайни мултимедийни сензори, и съизмерима консумация на енергия. Поради тези причини, трябва да се разгледат технологии за предаване с висока скорост и ниска консумация на енергия. Свърхширококолентовата технология за предаване на данни предлага решение на тези проблеми в БМСМ.

Техники за кодиране на мултимедийния източник

Некомпресираните видео потоци изискват прекалено голям капацитет за безжични среди с множество предаване. Например, един монохромен кадър в Quarter Common Intermediate Format (QCIF, 176x120) изисква около 21 килобайта, при 30 кадъра в секунда, видео поток ще се нуждае от канал с капацитет над 5 мбит/с. Видно е, че трябва да се използват ефикасни техники за компресия със загуби. Традиционния начин на използване на сложен кодер и прост декодер [4] може да се обърне наопаки, т.н. разпределено кодиране на източника. Този метод използва статистическите данни на източника в декодера и чрез усложняване на този край, позволява използването на по-прости кодери.

Вътре-мрежова обработка на мултимедийна информация

БМСМ позволяват изпълняването на вътре-мрежови алгоритми за обработка на необработената информация. Това изисква нови архитектури за разпределена и ограничена откъм ресурси обработка, която да позволява филтриране и извличан на семантична информация от края на сензорната мрежа. Това ще спомогне за разширяване на мащаба на мрежата, като се намали предаването на излишна информация, сливане на данни произлезли от различни източници. Необходимо е

разработването на независими от приложението архитектури, които да извършват вътре-мрежова обработка на информацията от заобикалящата среда.

Консумация на енергия

Консумацията на енергия е от голям интерес за БМСМ. Сензорите са устройства захранвани от батерии. Необходимата енергия на традиционните сензори е съсредоточена основно в комуникационната функционалност на модула, докато при БМСМ това не винаги е така. Затова трябва да се разработят протоколи, алгоритми и архитектури, които да удължат живота на мрежата, като същевременно предоставят услуги с необходимото качество.

Гъвкави архитектури, които да поддържат хетерогенни приложения

Архитектурите на БМСМ трябва да поддържат няколко хетерогенни, независими приложения със различни изисквания. Необходимо е да се разработят гъвкави, йерархични архитектури, които да изпълняват изискванията на всички приложения в една и съща инфраструктура.

Интеграция с Интернет (IP)

От голямо значение за комерсиалното разпространение на сензорните мрежи е да се предоставят услуги, които да позволят получаването на информация от всяка дестинация, по всяко време. Поради тази причина, бъдещите БМСМ трябва да бъдат достъпни от Интернет, за което е необходимо да се разработи съответна архитектура. Характеристиките на безжичните сензорни мрежи изключват възможността всички сензори да използват IP, затова е редно да се използва шлюз за интеграцията между двете мрежи [5].

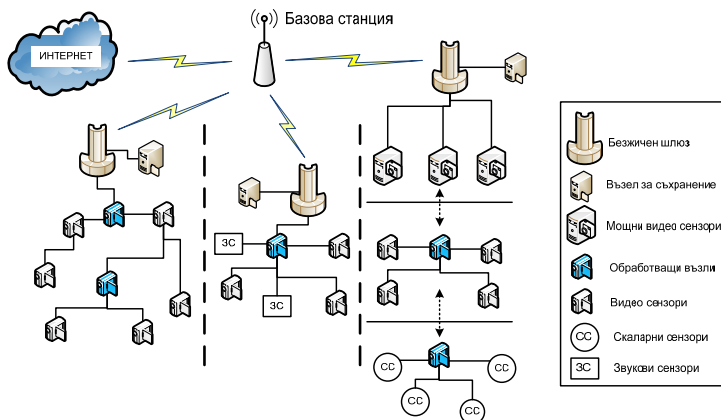
МРЕЖОВА АРХИТЕКТУРА НА БМСМ

Много важен е проблемът за проектирането на мащабируема мрежова архитектура. Повечето разработки се базират на плоски, хомогенни архитектури, в които всички сензори са с еднакви физически характеристики и могат да взаимодействат само със съседните си сензори. Изследването на алгоритми и протоколи за сензорни мрежи се фокусира върху разширяване, т.е. как да се проектират решения, чието прилагане не се ограничава от нарастващия размер на мрежата. Плоските топологии не винаги са подходящи, за да се справят с обема на трафика, генериран от мултимедийни приложения, като видео и звук. Също така, енергията необходима за обработка на данни и комуникации и тази, необходима за нормалното функциониране, може да не са налични при всеки възел.

Основни архитектури

На фиг. 1 са представени три основни архитектури с различни характеристики. Тази отляво показва мрежа с едно административно ниво, състояща се от хомогенни видео сензори. Част от тези сензори притежават по-високи способности за обработка и са наречени обработващи възли. Използването на такива възли обуславя архитектурата като такава с разпределена обработка. Мултимедийната информация се събира и се препраща от безжичен шлюз. Към шлюза има включен възел за съхранение на информация, която е на разположение за получаване при поискване. Безжичния шлюз е свързан към базовата станция, на която е отговорна за организацията на мрежата. Втората архитектура е отново с едно административно ниво и се състои от хетерогенни сензори. Видео, аудио и скаларни сензори изпращат информация до централен модул, който е отговорен и за обработката на мултимедийната информация.

Той препраща събраната информация към безжичен шлюз с възел за съхранение на информацията. Последната архитектура е с много административни нива и хетерогенни сензори. Всяко от нивата е отговорна за определен набор от функции.



Фиг. 1 Основни архитектури на безжични сензорни мрежи

Ограничени от към ресурси, нискоенергийни скалярни сензори отговарят за изпълнението на прости задачи, като детектиране на скалярни физически измервания, докато по-мощните сензори изпълняват по-сложни задачи. Обработка и съхраняване на информацията се извършва по разпределен начин във всяко ниво.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направен е обзор на различните приложения на безжичните мултимедийни сензорни мрежи. Необходимо е да се вземат предвид основните фактори, които оказват влияние при проектирането и изграждането им. Показани са основните архитектури, на които могат да се базират този специфичен тип мрежи. Изследванията на БМСМ привлича вниманието на все повече хора. Това ще допринесе за способността да се наблюдава и взаимодействия заобикалящата ни физическа среда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Илиев, Цветкова И, Бенчева Н., Радев Д.. Симулация на алгоритъм за позициониране на обекти в сензорни мрежи. Научни трудове на Русенски университет, том 48, серия 3.2, Русе, 2009, с. 42 – 47
- [2] F. Hu, S. Kumar, Multimedia query with QoS considerations for wireless sensor networks in telemedicine, in: Proc. of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers – Intl. Conf. on Internet Multimedia Management Systems, Orlando, FL, September 2003
- [3] Crossbow. <<http://www.xbow.com>>
- [4] B. Girod, A. Aaron, S. Rane, D. Rebollo-Monedero, Distributed video coding, Proc. IEEE 93 (1) (2005) 71–83
- [5] M. Zuniga, B. Krishnamachari, Integrating future large-scale sensor networks with the Internet, USC Computer Science Technical Report CS 03-792, 2003.

За контакти:

доц. д-р Михаил Илиев, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 673, e-mail: miliev@uni-ruse.bg
 маг. инж. Йордан Александров, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 663, e-mail: yalexandrov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.