١٠٨٣٤٩

۸۷/۱/۱۰۰۶۳۲
۸۷/۱۰/۱۴

دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

انتقال چندرسانه‌ای در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر
گرایش معماری کامپیوتر

سید هادی اقدسی

استاد راهنما:
دکتر مقصود عباسپور

۱۳۹۴ /۱۰/۷

استاد مشاور:
دکتر محسن ابراهیمی مقدم

تابستان ۸۷

۱۰۸۳۴۹

دانشگاه شهید بهشتی

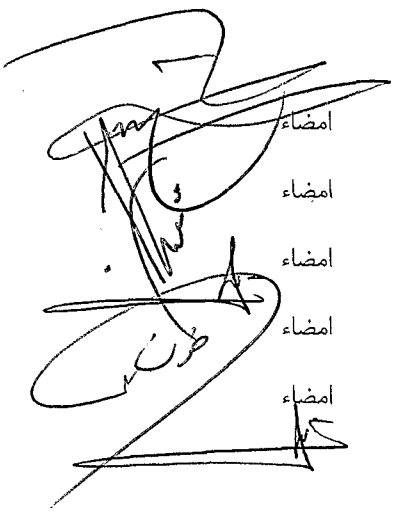
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- گرایش معماری کامپیوتر

تحت عنوان:

انتقال چندرسانه‌ای در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

در تاریخ ۸۷/۶/۲۶ پایان نامه دانشجو، (سید هادی اقدسی)، توسط کمیته تخصصی داوران مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.



۱- استاد راهنما:	دکتر مقصود عباسپور	امضاء
۲- استاد مشاور:	دکتر محسن ابراهیمی مقدم	امضاء
۳ - استاد داور (داخلی)	دکتر فرح ترکمنی آذر	امضاء
۴ - استاد داور (خارجی)	دکتر احمد خوانساری	امضاء
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر فرح ترکمنی آذر	امضاء

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهید بهشتی

می باشد.

این پایان نامه تحت حمایت مادی و معنوی مرکز تحقیقات مخابرات ایران با شماره قرارداد ۵۰۰/۱۸۹۰۵/ت مورخ ۸۶/۱۲/۵ می‌باشد.

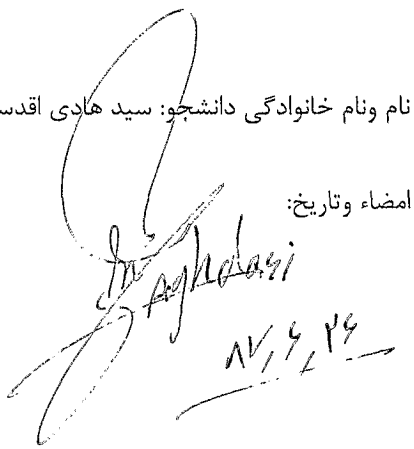
به نام خدا

نام ونام خانوادگی: سید هادی اقدسی
عنوان پایان نامه: انتقال چندرسانه‌ای در شبکه‌های حسگر بی‌سیم
استاد راهنما: دکتر مقصود عباسپور

اینجانب **سید هادی اقدسی** تهیه کننده پایان نامه کارشناسی ارشد حاضر خود را ملزم به حفظ امانت داری و قدردانی از زحمات سایر محققین و نویسندگان بنا بر قانون Copyright می دانم. بدین وسیله اعلام می نمایم که مسئولیت کلیه مطالب درج شده با اینجانب می باشد و در صورت استفاده از اشکال، جداول، و مطالب سایر منابع، بلافاصله مرجع آن ذکر شده و سایر مطالب از کار تحقیقاتی اینجانب استخراج گشته است و امانتداری را به صورت کامل رعایت نموده ام. در صورتی که خلاف این مطلب ثابت شود، مسئولیت کلیه عواقب قانونی با شخص اینجانب می باشد.

نام ونام خانوادگی دانشجو: سید هادی اقدسی

امضاء وتاریخ:



خدایا یاری نما تا ترس، طمع و تنبلی از من دور باشد

تقدیم به آنان که دوست‌شان دارم

فهرست مطالب

فصل اول- مقدمه

۱-۱- آشنایی با شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم ۲
۱-۲- کاربردهای شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم ۵
۱-۲-۱- کاربردهای نظامی و نظارت بر امنیت ۵
۱-۲-۲- مانیتورینگ محیط ۶
۱-۲-۳- سیستم‌های کنترل و جلوگیری از ترافیک ۷
۱-۲-۴- کاربردهای پزشکی ۸
۱-۲-۵- مراقبت خودکار از افراد سالخورده و ناتوان ۱۰
۱-۲-۶- طراحی و پیاده‌سازی محیط آزمون مناسب برای WVSNs ۱۲
۱-۳- انگیزش ۱۳
۱-۴- ساختار پایان‌نامه ۱۵

فصل دوم- مروری بر پروتکل‌ها و الگوریتم‌های موجود برای ارسال چندرسانه‌ای در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

۲-۱- مقدمه ۱۷
۲-۲- پروتکل‌ها و الگوریتم‌های ارائه شده در لایهٔ کاربرد ۱۷
۲-۳- پروتکل‌ها و الگوریتم‌های ارائه شده در لایهٔ انتقال ۲۰
۲-۴- پروتکل‌ها و الگوریتم‌های ارائه شده در لایهٔ شبکه ۲۲
۲-۵- سایر پروتکل‌ها و الگوریتم‌های مرتبط ۲۴

فصل سوم- طراحی و پیاده‌سازی معماری جدید برای ارسال ویدئو در شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم

۳-۱- مقدمه ۲۷
۳-۱-۱- لایهٔ کاربرد ۲۷
۳-۱-۲- لایهٔ انتقال ۲۸
۳-۱-۳- لایهٔ شبکه ۲۸
۳-۲- پروتکل فشرده سازی ویدئو در زیر لایهٔ کاربرد برای WVSNs ۳۰
۳-۲-۱- M-Frame ۳۰
۳-۲-۱-۱- فشرده سازی M-Frame ۳۱

۳-۲-۲- D-Frame ۳۴
۳-۲-۲-۱- فشرده سازی D-Frame ۳۴
۳-۲-۳- انتقال M-Frame در بازه‌های زمانی پویا ۳۷
۳-۲-۳-۱- SPMF ۳۷
۳-۲-۳-۲- SPDF ۳۸
۳-۲-۳-۳- الگوریتم انتقال M-Frame ۳۸
۳-۳- پروتکل لایهٔ انتقال بلادرنگ و با قابلیت اطمینان بالا در WVSNs ۳۹
۳-۴- لایهٔ شبکه برای WVSNs ۴۲
۳-۴-۱- پروتکل مسیریابی جدید با کارایی انرژی بالا و تک- مسیر ۴۳
۳-۴-۱-۱- پروتکل مسیریابی برای نود حسگر در مُد- فرستنده ۴۵
۳-۴-۱-۲- پروتکل مسیریابی برای نود حسگر در مُد- گیرنده ۴۸
۳-۴-۲- طرح Dropping ۴۹
۳-۴-۲-۱- Energy Aware Dropping ۵۰
۳-۴-۲-۲- Early Random Dropping ۵۳

فصل چهارم- پروتکل‌های MAC با کارایی انرژی زیاد، توان عملیاتی بالا و کیفیت مناسب در لایهٔ پیوند داده‌ها

۴-۱- مقدمه ۵۹
۴-۲- مروری بر پرتکل‌های MAC موجود ۶۰
۴-۲-۱- پروتکل‌های Slotted access ۶۰
۴-۲-۲- پروتکل‌های Random access ۶۱
۴-۳- طراحی پروتکل ET-MAC ۶۲
۴-۳-۱- شرح پروتکل ET-MAC ۶۴
۴-۴- پروتکل EQ-MAC ۶۸
۴-۵- شبیه‌سازی پروتکل‌های MAC ۶۹
۴-۵-۱- نتایج شبیه‌سازی پروتکل ET-MAC ۶۹
۴-۵-۱-۱- محاسبهٔ توان عملیاتی ۷۰
۴-۵-۱-۲- محاسبهٔ کارایی انرژی ۷۱
۴-۵-۲- نتایج شبیه‌سازی پروتکل EQ-MAC ۷۲

فصل پنجم- نتایج شبیه‌سازیها

۵-۱- مقدمه ۷۷

۵-۲- انتخاب ماکزیمم سطح الویت ۷۷
۵-۳- محاسبهٔ کارایی انرژی و کیفیت ویدئویی در محیط‌هایی با دگرگونی‌های متفاوت..... ۷۸
۵-۴- تأثیر روش Dropping برروی انرژی مصرفی و کیفیت ویدئویی ۸۲
۵-۵- مقایسهٔ EQV-Architecture با سایر پروتکل‌ها ۸۳

فصل ششم- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۶-۱- جمع‌بندی و ارائه نتایج کارهای انجام گرفته ۸۷
۶-۲- کارهای آینده ۸۸
۶-۲-۱- شبیه‌سازی با استفاده از Castalia ۸۸
۶-۲-۲- ارائه الگوریتم‌هایی با هزینهٔ محاسباتی پایین برای تبدیل IDCT ۸۸
۶-۲-۳- ارائه قابلیت جدید برای WMSNs ۸۹

لیست مقالات ارائه شده مستخرج از پایان‌نامه ۹۱

منابع و مراجع ۹۲

چکیده

با پیشرفتهای تخصصی در زمینهٔ سیستمهای میکرو الکترو- مکانیکی و فناوری ارتباطات بی‌سیم، از طرفی در دسترس بودن دوربین‌ها و میکروفون‌هایی با تکنولوژی CMOS، آرایه‌های حسگر به صورت مقیاس-کوچک و حسگرهای تصویری، شبکه‌های حسگر بی‌سیم چندرسانه‌ای (WMSNs) مطرح شده و مورد توجه شدید جامعهٔ تحقیقاتی و بسیاری از محققان قرار گرفته است. در حال حاضر، شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای که شامل نودهای حسگر مبتنی بر ویدئو (WVSNs) می‌باشند، باتوجه به دامنهٔ کاربردهایشان که شامل نظارت محیط، مواظبت از سلامتی، کاربردهای نظامی و غیره می‌شود، می‌توانند اطلاعات بصری بسیار مهمی را عرضه نمایند. با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی که در حسگرهای مبتنی بر ویدئو و شبکه‌های حسگر بی‌سیم وجود دارد، پروتکل‌های متعارف موجود نمی‌توانند انتقال ویدئو در WVSNs را امکان پذیر نمایند.

در این پایان‌نامه معماری جدیدی برای انتقال ویدئو در WVSNs به گونه‌ای انرژی-کارا و کیفیت مناسب با نام EQV-Architecture ارائه گردیده است. این معماری با در نظر گرفتن محدودیتهایی مانند سرعت پردازندهٔ پایین و منبع انرژی محدود در نودهای حسگر مبتنی بر ویدئو (VSNs) و از طرفی ارائه کیفیت ویدئویی مناسب در سمت ایستگاه اصلی (Sink)، سه لایه از لایه‌های پشتهٔ پروتکل ارتباطات را تحت تاثیر خود قرار داده است. لایه‌های کاربرد، انتقال و شبکه، لایه‌هایی هستند که برای هر کدام از آنها به ترتیب پروتکل فشرده سازی، پروتکل انتقال و پروتکل مسیریابی جدیدی ارائه شده است، همچنین، متدی با نام Dropping Scheme در لایه شبکه طراحی شده است که باعث می‌شود ذخیره‌سازی انرژی بالایی در نودهای حسگر صورت گرفته و طول عمر مفید شبکه افزایش یابد. علاوه بر EQV-Architecture، پروتکل‌هایی نیز برای کنترل دستیابی به رسانه با نام ET-MAC و EQ-MAC که به ترتیب برای ارسال داده‌های اسکالر و داده‌های تصویری مورد استفاده قرار گرفته‌اند، طراحی شده است. با اثبات قابلیت‌های موجود در این پروتکل‌ها، بهبود دادن آنها با هدف ارسال جریان داده‌های ویدئویی، کاری است که به زودی لایهٔ پیوند داده‌ها را نیز به عنوان چهارمین لایه به EQV-Architecture اضافه خواهد کرد. نتایج شبیه‌سازیها از ویدئوهای محیطهایی با تغییرات گوناگون، نشان دادند که EQV-Architecture عملکرد قابل قبولی داشته و علاوه بر افزایش دادن طول عمر کل شبکه توانست کیفیت ویدئویی مناسبی را نیز ارائه نماید.

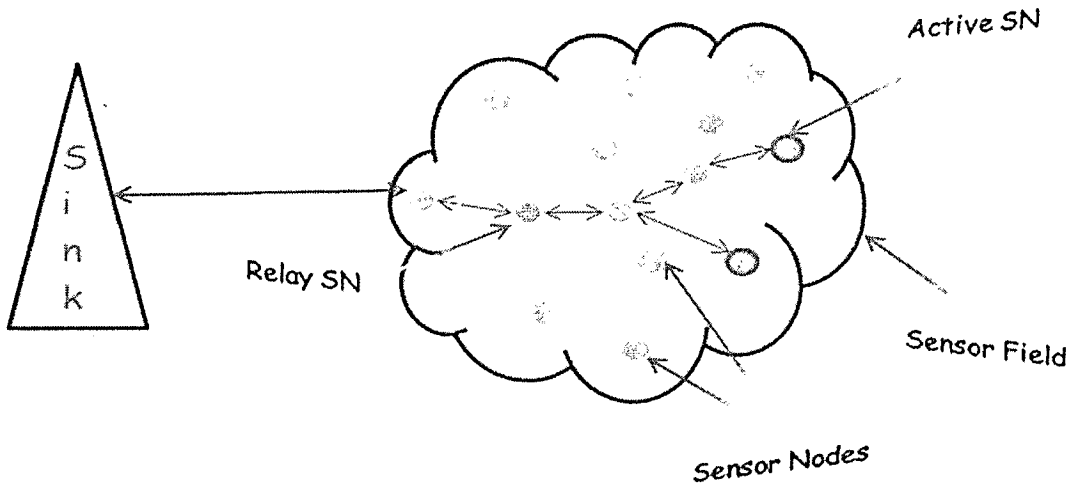
کلمات کلیدی: شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم، نودهای حسگر مبتنی بر ویدئو، پشتهٔ پروتکل ارتباطات، فشرده‌سازی و کدگذاری ویدئو ، کنترل دستیابی به رسانه، کارایی انرژی و کیفیت ویدئویی.

فصل اول

مقدمه

۱-۱- آشنایی با شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم

پیشرفت‌های اخیر در زمینهٔ سیستم‌های میکرو الکترو- مکانیکی[۱] و فناوری ارتباطات بی‌سیم، باعث پدیدار شدن نسل جدیدی از شبکه‌ها تحت عنوان شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSNs[۲]) شده است. چنین شبکه‌هایی را تعداد زیادی از نودهای حسگر چند عملکردی[۳] با هزینهٔ کم و منبع انرژی محدود تشکیل می‌دهند. از دیدگاه محققان، شبکه‌های حسگر بی‌سیم، به عنوان نودهای حسگر بی‌سیم با توان کم، قدرت پردازش پائین و برد رادیویی[۴] کوتاه هستند. در این شبکه‌ها نودهای حسگر خیلی وابسته به هم بوده و می‌توانند با همکاری همدیگر برای بالا بردن قدرت حسگری، نظارت و بررسی، در مجاورت یک پدیده یا خیلی نزدیک به آن مستقر شوند. برای مثال همچنان که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، نودهای حسگر پس از شناسایی وقایع مورد نظر با برقراری ارتباطات گام‌به‌گام و با همکاری یکدیگر اطلاعات مورد نیاز را در اختیار ایستگاه مرکزی قرار می‌دهند. با در نظر گرفتن این ویژگی‌ها، متداول شدن شبکه‌های حسگر بی‌سیم در زندگی امروزی، کاملاً قابل پیش بینی است و موضوع‌های تحقیقاتی بسیار متنوع و زیادی در این زمینه وجود دارد [۱].

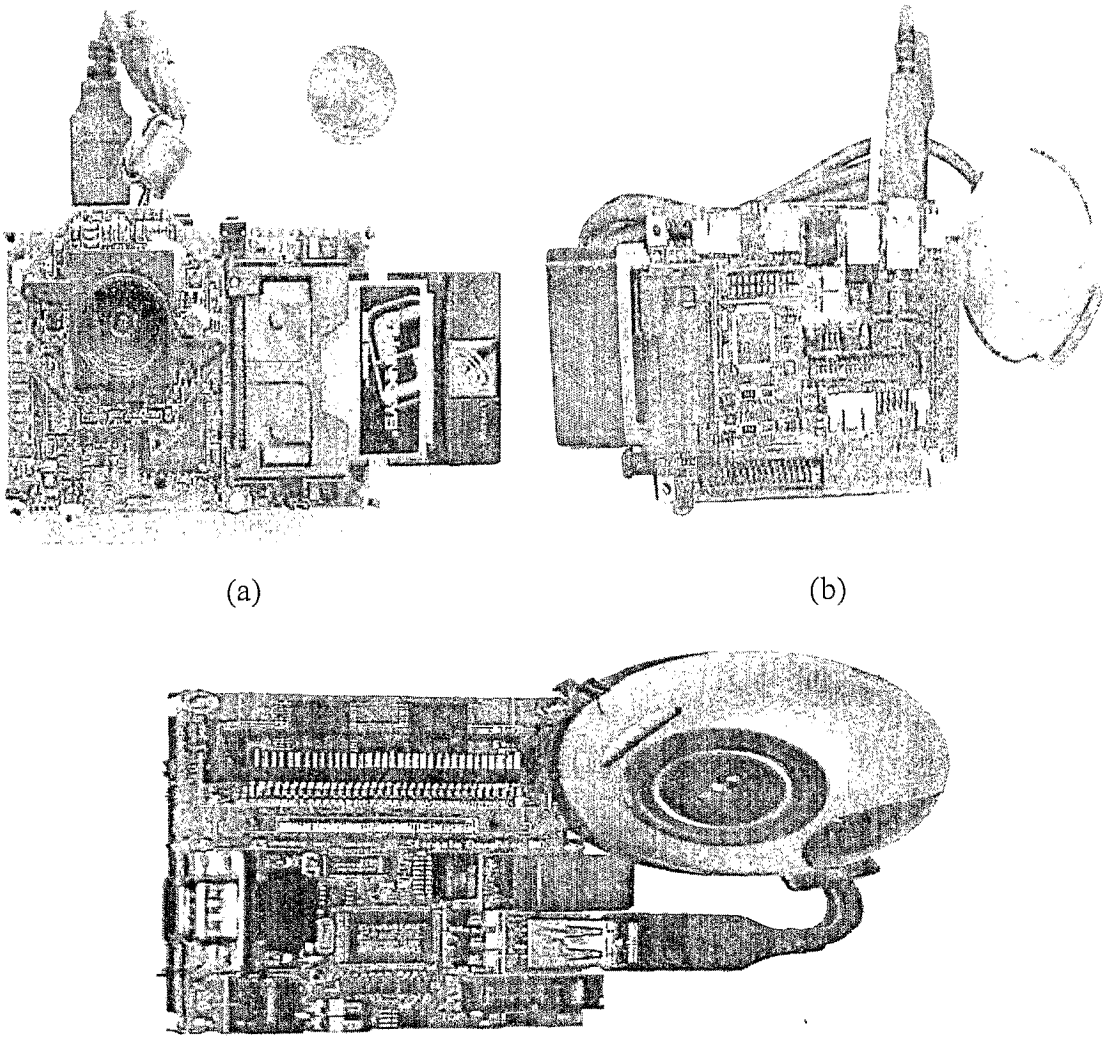


شکل ۱-۱: ساختار کلی از شبکه‌های حسگر بی‌سیم که در آن داده‌های مربوط به وقایع مورد نظر با همکاری اعضاء شبکه از نودهای حسگر فعال به صورت گام‌به‌گام تحویل ایستگاه مرکزی می‌شوند.

---

[۱] Micro Electro Mechanical Systems
[۲] Wireless Sensor Networks
[۳] Multifunctional
[۴] Radio Range

امروزه با پیشرفت چشم‌گیری که در تکنولوژی ساخت نودهای حسگر بوجود آمده، توانایی این نودها برای مجهز شدن به ماژول‌های چندرسانه‌ای فراهم گردیده است. از این ماژول‌ها می‌توان به دوربین‌ها و میکروفون‌هایی با تکنولوژی CMOS، آرایه‌های حسگر[۱] به صورت مقیاس- کوچک[۲] و حسگرهای تصویری[۳] اشاره کرد. نمونه‌ای از نودهای حسگر مبتنی بر ویدئو[۴] در شکل (۱-۲: a, b, c) نشان داده شده است.

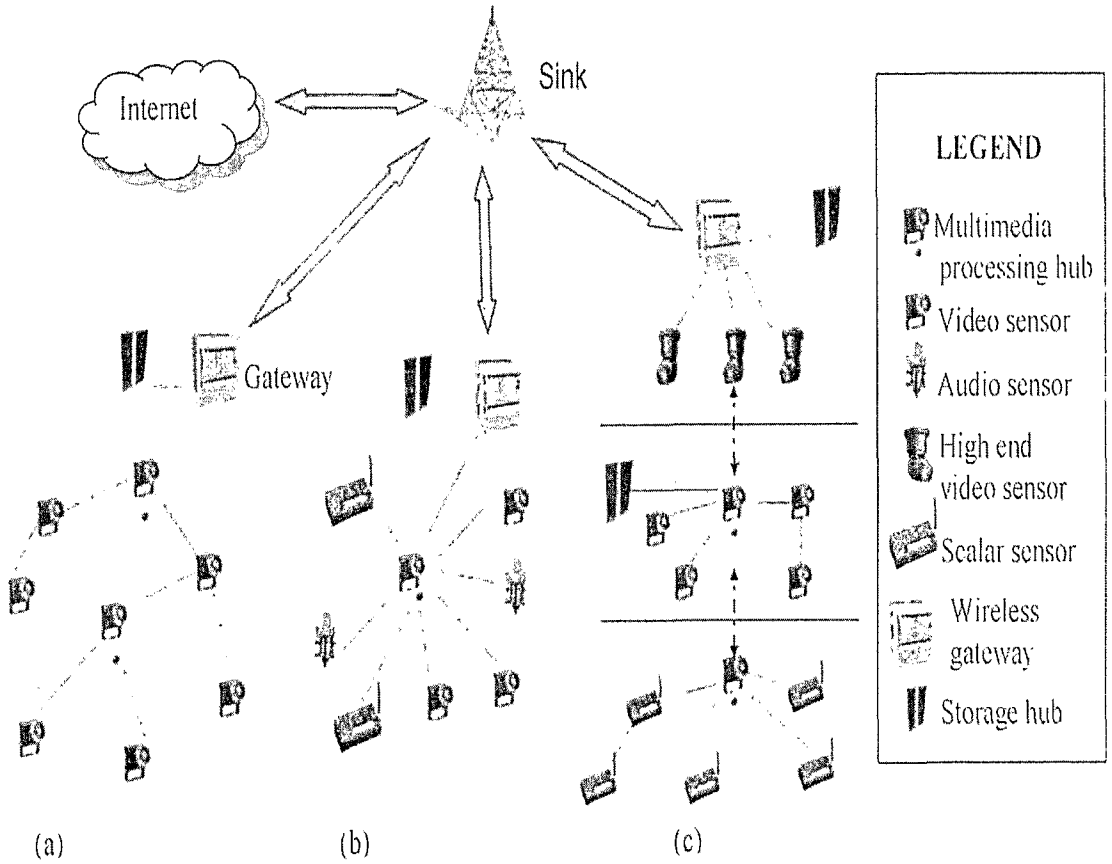


شکل ۱-۲: a) نود حسگر مجهز به دوربین Cyclops با وضوح تصویر 64*64، b) نود حسگر مبتنی بر ویدئو با نام Panoptes و ابعاد 3*5 اینچ، c) نود حسگر مبتنی بر ویدئو با نام Stargate و ابعاد 2.5*3.5 اینچ

---

[۱] Array Sensors
[۲] Small-Scale
[۳] Image Sensors
[۴] Video Sensor Node

برقراری ارتباط نودهای حسگر مجهز به ماژول‌های چندرسانه‌ای با همدیگر که در راستای انجام وظایف خاصی صورت می‌گیرد، نسلی از شبکه‌ها با نام شبکه‌های حسگر چندرسانه ای بی‌سیم (WMSNs[۱]) را گسترش داده است. این مدل از شبکه‌ها توانایی آن را دارند که محتویات چندرسانه‌ای[۲] مانند جریان داده‌ٔ صوت و ویدئو[۳]، تصاویر راکد[۴] و داده‌های حس شده‌ٔ اسکالر[۵] را از محیطهای مورد نظر بدست آورند [۲]. نمونه‌ای از ساختارهای موجود برای WMSNs در شکل (۱-۳) نشان داده شده است. هم اکنون، در بسیاری از کاربردهای شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم که در بخش دوم این فصل نیز به صورت کامل شرح داده شده‌اند، از نودهای حسگر مبتنی بر ویدئو استفاده می‌نمایند. از اینرو، چنین شبکه‌هایی با نام شبکه‌های حسگر ویدئویی بی‌سیم (WVSNs[۶]) معرفی و شناخته شده‌اند.



شکل ۱-۳: a) ساختار تک-لایه و مسطح از نودهای حسگر همگن، b) ساختار تک-لایه و مسطح از نودهای حسگر غیرهمگن، c) ساختار چند-لایه از نودهای حسگر غیرهمگن

---

۱ Wireless Multimedia Sensor Networks
۲ Multimedia Contents
۳ Audio and Video Streams
۴ Still Images
۵ Scalar Sensor Data
۶ Wireless Video-base Sensor Network

۱-۲- کاربردهای شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم

برای کاربردهای امروزی که به‌صورت نمایی درحال رشد هستند، اطلاعات بدست آمده توسط شبکه‌های حسگر متعارف کافی نبوده و راضی کننده نمی‌باشند. بنابراین برای تحقق بخشیدن به کاربردهای نوین، شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم به عنوان شبکه‌هایی که توانایی جمع‌آوری اطلاعات زیادی را دارند، مطرح شده و مورد توجه بسیاری از مراکز تحقیقاتی و محققان قرار گرفته‌اند. با دستیابی به اطلاعات غنی[۱]، پتانسیل موجود در شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم کاملاً آشکار شده و کاربردهایی که توسط شبکه‌های حسگر بی‌سیم متعارف تحققشان غیرممکن بود، یکی پس از دیگری عملی می‌شوند. در ادامه نمونه‌هایی از کاربردهای موجود برای شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم شناسایی شده و مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

۱-۲-۱- کاربردهای نظامی و نظارت بر امنیت[۲]

شاید یکی از زمینه‌های کاربردی قابل درک، بهبود و پیشرفته‌تر کردن سیستم‌های برقراری امنیت کشور باشد. فقط با بکاربردن شبکه‌های حسگر بی‌سیم مبتنی بر ویدئو و استفاده کردن از اطلاعات غنی بدست آمده توسط آنها است که امکان مانیتورینگ و محافظت به‌طور مداوم و دقیق در مرزها، فرودگاه‌ها و بندرگاه‌های کشور فراهم می‌شود. از سوی دیگر، سازمان‌ها و افراد اجراء کنندهٔ قوانین با کمک سیستم‌های حسگر ویدئویی بی‌سیم، به‌راحتی قادر به انجام وظایفی مانند مانیتورینگ وقایع عمومی و محرمانه، آشکارسازی اسلحه، شناسایی جنایتکاران و تشخیص حمله‌های تروریستی، می‌باشند. همچنین، توسط شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم پخش شده در میدان‌های جنگ، کل منطقهٔ جنگی تحت نظارت و کنترل فرماندهان قرار می‌گیرد. به‌طوریکه آنها می‌توانند برروی ناحیهٔ خاصی متمرکز شده و براساس اطلاعات غنی که توسط WMSNs بدست می‌آورند، دستورالعمل‌های مناسب و بجایی را صادر نمایند [۳]. نمونهٔ عملی از کاربردهای نظامی و امنیتی در ادامه مطرح شده است.

ارتش آمریکا سال 2003 در Pentagon Report، استفاده کردن از شبکه‌های حسگر مبتنی بر ویدئو در کنترل و فرمان دادن به وسایل نقلیهٔ زمینی بدون سرنشین[۳] (UGVs) را مطرح کرد [۴]. بسیاری از وسایل نقلیهٔ بدون

---

[۱] Rich Information
[۲] Military Applications and Security Surveillance
[۳] Unmanned Ground Vehicles

سرنشین که تاکنون در کاربردهای تأسیسات امنیتی و وزارت دفاع استفاده شده است، نمی‌توانند محدوده‌ٔ وسیعی را تحت نظارت داشته باشند. پایین بودن محدوده‌ٔ تحت پوشش توسط هرکدام از UGVها، بدلیل وجود محدودیت در نودهای حسگر قرارگرفته برروی سیستم‌های UGVs می‌باشد. بنابراین UGVs اطلاعاتشان محدود به وقایعی می‌شود که در مجاورتشان رخ داده است و شناسایی یا پاسخ به وقایع دوردست با استفاده از آنها امکان پذیر نمی‌باشد. ازطرفی در کاربردهایی که هدفشان تحت پوشش قرار دادن مناطق وسیع می‌باشد، بکار بردن تعداد زیادی از UGVها برای رسیدن به هدف موردنظر، کارایی مناسبی در مقایسه با هزینه‌ای که دربردارند، نخواهد داشت. برای رفع مشکل سیستمی از آرایه‌های ویدئویی با تأثیر متقابل و توضیع شده (DIVA[۱]) که متشکل از نودهای حسگر قابل حمل توسط افراد با رسانه‌ٔ ارتباطات بی‌سیم می‌باشد، درحال توسعه و ساخت توسط SSC San Diego[۲] است. سیستم DIVA دارای دو ویژگی بسیار شایسته می‌باشد. اولین آنها، شناسایی، ردیابی و دسته‌بندی اشیاء متحرک[۳] در محیط‌های تاکتیکی گوناگون می‌باشد. دومین ویژگی، شناسایی و پاسخ به وقایع به‌صورت خودمختار و هماهنگ با همدیگر و قرار دادن اطلاعات در اختیار UGVs می‌باشد.

۱-۲-۲- مانیتورینگ محیط[۴]

بوجود آمدن شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم باعث پیشرفت در سیستم‌های مانیتورینگ محیط شده است. نودهای حسگر مبتنی بر ویدئو در جنگل‌ها، مناطق دورافتاده و خطرناک قرارگرفته، پدیده‌ها و وقایع محیطی مورد نظر را مانیتور می‌نمایند. نمونه‌ای از پروژه‌های انجام شده در این زمینه با هدف مانیتورینگ حیات‌وحش در ادامه توضیح داده شده است.

پروژه‌ٔ DeerNet، نمونه‌ای از کاربردهای شبکه‌های حسگر ویدئویی بی‌سیم می‌باشد [۵]. این پروژه توسط Zhihai و همکارانش و با کمک UM Agriculture School و Missouri Department of Conservation که تحت حمایت مالی NSF[۵] قرار داشت، برداشته شد. جمع‌آوری اطلاعات بصری راجع به فعالیت‌های حیات‌وحش، مانیتور کردن فعل و انفعالات حیوانات از نزدیک و فهمیدن رفتارهای آنها، از اهداف این پروژه می‌باشند. تکنولوژی

---

۱ Distributed Interactive Video Array
۲ Spawar Systems Center
۳ Moving Objects
۴ Environmental Monitoring
۵ National Science Foundation

رادیویی و GPS که برای ردیابی[۱] حیات‌وحش استفاده می‌شدند، با اینکه می‌توانستند اطلاعاتی درباره‌ٔ موقعیت حیوانات در اختیار ما قرار دهند، ولی به‌هرحال این اطلاعات به تنهایی نمی‌توانستند نشان‌دهند که چه حیواناتی و در حال انجام چه کاری هستند و یا چگونه آن کار را انجام می‌دهند. هم‌اکنون نودهای حسگر مبتنی بر ویدئو که معمولاً توسط حیوانات حمل شده و شبکه‌های حسگر بی‌سیم ویدئویی متحرک را تشکیل داده‌اند، مورد توجه می‌باشند. استفاده کردن از تصاویر و ویدئوهای جمع‌آوری شده توسط این مدل از شبکه‌ها، کمک گرفتن از الگوریتم‌های تشخیص اشیاء و درهم‌آمیزی داده‌های سایر نودها برای استخراج اطلاعات بصری مهم، از جمله کارهایی می‌باشد که در مانیتورینگ حیات‌وحش توسط پروژه‌ٔ DeerNet بکار گرفته شده است.

۱-۲-۳- سیستم‌های کنترل و جلوگیری از ترافیک[۲]

استفاده از شبکه‌های حسگر چندرسانه‌ای بی‌سیم باعث مانیتورینگ ترافیک موجود در شهرهای بزرگ شده و از به‌وجود آمدن ازدحام جلوگیری می‌نماید. در چنین شبکه‌هایی توسعه‌ٔ سرویس‌های مناسبی برای مسیریابی وسایل نقلیه و استفاده از سیستم پارکینگ هوشمند، ضروری می‌باشد. در ادامه نمونه‌ٔ عملی از کاربرد WVSNs در سیستم‌های ترافیکی مورد بررسی قرار گرفته است.

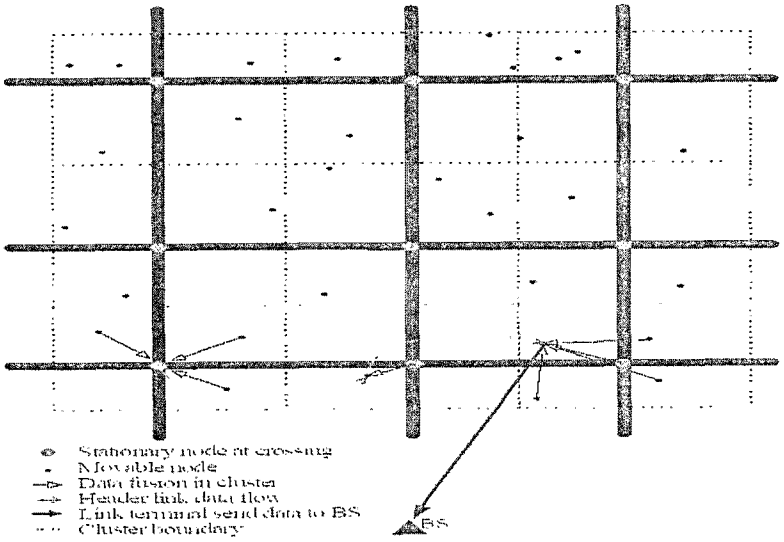
Foqiang LIU و همکارانش [۶]، برای استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم در سیستم‌های نظارت بر ترافیک، مشخصات خاصی را درنظر گرفتند. آنها بیان نمودند که جریان داده‌های ویدئویی به خاطر حجم زیادی که دارند، توسط نودهای حسگر کنونی، نمی‌توانند انتقال داده شوند. سیستم‌های نظارت بر ترافیک را نودهای حسگر ویدئویی که توانایی گرفتن تصاویر، انجام پردازش‌های بهینه برروی تصاویر گرفته شده، قابلیت درهم آمیزی اطلاعات و ارسال اطلاعات جمع‌آوری شده را دارند، تشکیل می‌دهند. به‌هرحال اطلاعاتی که توسط این نودها ارسال می‌شوند، بدلیل اینکه قابلیت بارگذاری بر شبکه را داشته باشند، دربرگیرنده‌ٔ چکیده‌ای از اطلاعات اصلی می‌باشند. از این اطلاعات می‌توان به سرعت ماشین‌ها، شماره‌ٔ پلاک ماشین‌هایی که سرعت غیرمجاز داشتند، تعداد ماشین‌های موجود در جهت‌های مختلف خیابان‌ها و تقاطع‌ها و وجود یا عدم وجود ماشین تحت تعقیب[۳]، اشاره کرد.

برای نظارت بر ترافیک، شبکه‌های حسگر از نودهای ساکن و با موقعیت مشخص که در تقاطع‌ها یا اطراف جاده‌ها نصب شده‌اند و نودهای متحرک با موقعیت نامشخص که توسط پلیس‌ها حمل می‌شوند، تشکیل شده‌اند. نمونه‌ای از این

---

[۱] Tracking
[۲] Traffic Avoidance and Control Systems
[۳] The Followed Car

توپولوژی در شکل (۱-۴) نشان داده شده است. در شهرهایی که مجهز به این سیستم می‌باشند، اگر ترافیک یکی از تقاطع‌ها بالا باشد، نودهای ناظر در این تقاطع با اطلاعاتی که درباره[۵] خیابان‌های مربوطه دارند، موضوع را به اطلاع نودهای موجود در تقاطع‌هایی که این خیابان‌ها به آنها منتهی می‌شوند، می‌رسانند. بنابراین نمایشگرهای موجود در آن تقاطع‌ها با نشان‌دادن میزان ترافیک موجود در تقاطع‌ها، مردم را در تصمیم‌گیری برای انتخاب مسیر بعدی کمک می‌نمایند. از طرفی در مواردی ممکن است ماشین خاصی مدنظر باشد، فرض کنید نیروی پلیس ماشینی را برای دستگیری افراد جنایتکار داخل آن، تحت تعقیب قرار داده است. در این صورت به محض مشاهده[۵] ماشین مورد نظر در یکی از خیابان‌ها توسط نودهای حسگر، اطلاعات به نودهای موجود در تقاطعی که خیابان به آن منتهی می‌شود، ارسال شده و نیروهای پلیس می‌توانند تدابیر ویژه‌ای را برای دستگیری جنایتکاران اتخاذ نمایند.



شکل ۱-۴: ساختار شبکه‌های حسگر بی‌سیم ویدئویی برای نظارت ترافیک

۱-۲-۴- کاربردهای پزشکی[۱]

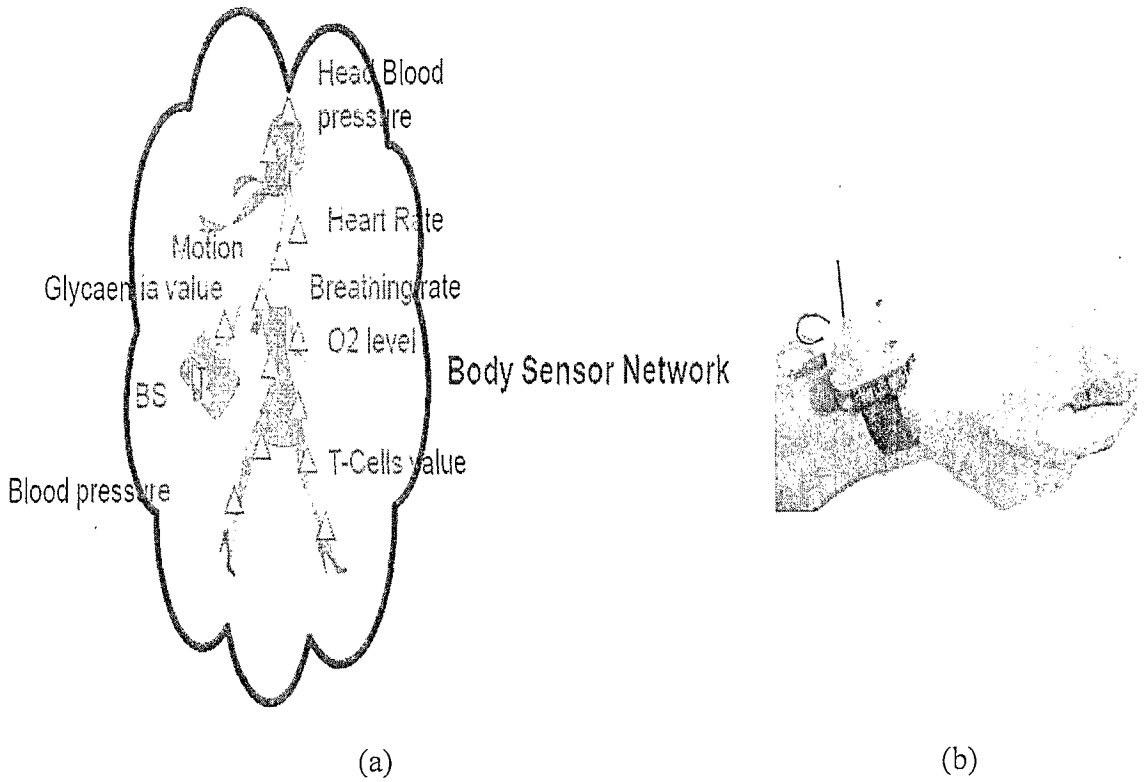
در حقیقت، یکپارچه کردن سیستم‌های Telemedicine مجهز به میکرو حسگرهای بدن[۲] با تکنولوژی نسل سوم شبکه‌های چندرسانه‌ای[۳] باعث بوجود آمدن دیدگاه جدیدی برای بهبود بخشیدن به کیفیت زندگی مردم[۴] شده است.

---

[۱] Medical Applications
[۲] Body Micro Sensors
[۳] 3G Multimedia Networks
[۴] Quality of People's Live

بنابراین شبکه‌های حسگر بی‌سیم متشکل از نودهای حسگر بدن با هدف ایجاد مراقبت از سلامتی[۱] در تمامی مکان‌ها و زمان‌ها، در حال پیاده‌سازی می‌باشند. حسگرهای بدن که در قسمت‌های مختلف اندام‌های افراد بیمار قرار داده می‌شوند، توانایی اندازه‌گیری پارامترهای حیاتی مانند دمای بدن، فشار خون، میزان اکسیژن، شدت ضربان قلب و فعالیت‌های تنفسی را که در شکل (۱-۵-a) نیز نشان داده شده است، دارند. برای بیمارانی با شرایط وخیم، علاوه بر حسگرهای بدن از نودهای حسگر مجهز به دوربین، میکروفن و سیستم GPS نیز استفاده می‌شود.

شخص مریض نود حسگر را به شکل آلات مچی یا کمری با نام نود آبَر حسگر که در شکل (۱-۵-b) نیز نشان داده شده است، همیشه با خود حمل می‌نماید. هر کدام از این آبَر نودها اطلاعات حسگرهای بدن را جمع‌آوری کرده و با برقراری ارتباطات گام‌به‌گام با سایر نودها، اطلاعات بدست آمده را در اختیار مراکز پزشکی موردنظر قرار می‌دهند. از آنجایی که این نودها دارای منبع انرژی محدودی در مقایسه با تلفن‌های سلولی می‌باشند، برای برقراری ارتباط با ایستگاه مرکزی بجای ارتباطات یک یا دوگامه از ارتباطات چندگامه استفاده می‌نمایند.



شکل ۱-۵: a) شبکه‌ای متشکل از حسگرهای بدن، b) نود آبَر حسگر

[۱] Health-Care