طراحی مدار های گیرنده-فرستنده مخابراتی با استفاده از نانو ترانزیستور ها

استاد راهنما: دکتر سعید گل محمدی

استاد مشاور: دکتر کریم عباسیان

پژوهشگر: هومن لعل دهقانی

دانشکده ی مهندسی فناوری های نوین – گروه مهندسی نانو الکترونیک

تابستان ۹۰

نام خانوادگی دانشجو لعل دهقانی **نام:** هومن

عنوان پایاننامه: طراحی مدارهای گیرنده-فرستنده مخابراتی با استفاده از نانو ترانزیستور ها

استاد راهنما: دکتر سعید گلمحمدی

استاد مشاور: دکتر کریم عباسیان

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: مهندسی نانوفناوری **گرایش**: نانوالکترونیک

دانشگاه: تبریز **دانشکده**: فناوریهای نوین **تاریخ فارغالتحصیلی**: ۸۹/۱۰/ **تعداد صفحه**:

کلید واژههاایستگاه ثابت،مکان یابی بیسم، گیرنده کم مصرف، ترانزیستورهای تک الکترونی

چکیده:

در این پایان نامه به موقعیتیابی بیسیم در شبکه، با توان بسیار کم پرداخته شده است. در فصل اول به بیان تاریخچه ی موقعیتیابی و کارهای صورت گرفته در هر دو زمینهی طراحی مدار و سیستم مکمل آن میپردازیم. فصل دوم به راهکار ها و روشهای موجود برای پیادهسازی سیستم مرد نظر اختصاص یافته است. در این فصل افزاره های تک الکترونی را به صورت کاربردی توسط حل معادلات مستر مدل کرده و به صورت مدل قابل استفاده در Hspice تبدیل میکنیم تا شبیه سازی های مداری را توسط این برنامه انجام دهیم. در فصل سوم پایان نامه، برای انجام یک مکانیابی کم مصرف در بخش اول، بلوکهای اصلی یک گیرنده-فرستنده را با توان مصرفی کم طراحی میکنیم. در این بخش تمرکز اصلی بر روی یک سازندهی فرکانسی که از مدارهای ترکیبی (SET-MOS) بهره میبرد و دارای توان مصرفی بسیار کمی است، گذاشته شده است. در بخش دوم این فصل الگوریتمی ارائه میدهیم که با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده از سه ایستگاه در سیگنال به نویز کم و محیطی با نویز بالا، عمل مکانیابی را با دقت بسیار بالا انجام دهد. در طراحی الگوریتم مسئلهی اصلی در خطا ها، خطای نبود دید مستقیم در نظر گرفته شده که برای اولین بار به صورت دقیق و بدون مدل آمار های احتمالی، حل میشود. طراحی الگوریتم مناسب مهمترین کار این پایان نامه است و تصحیح خطا و از بین بردن نویز جهت انجام مکانیابی دقیق و تخمین حالت آلودگی ایستگاه ها از ویژگیهای الگوریتم مورد نظر میباشد. قابل ذکر است که با توجه به این که کار مکانیابی در توان بسیار کم صورت میگیرد، سیگنالهای مورد نظر در گیرنده به نویز حساسیت بالایی دارند و محاسبات مکانیابی را به شدت تحت تاثیر خود قرار میدهند. از دیگر ویژگی های مهم این الگوریتم رفع حساسیت اندازهگیری به نویز است. که درستی این فرضیه با محاسبه میانگین خطا اثبات میشود.

فهرست مطالب

فصل اول: بررسی منابع ۱
۱-۱ تاریخچهی موقعیتیابی ۱
۱-۲ روشهای موقعیتیابی بیسیم ۲
۱-۲-۱ موقعیتیابی براساس **RSS** ۳
۱-۲-۲ موقعیتیابی براساس **TOA** ۵
۱-۲-۳ موقعیتیابی براساس **TDOA** ۷
۱-۲-۴ موقعیتیابی براساس **AOA** ۱۰
۱-۳ ترانزیستورهای تک الکترونی ۱۱
۱-۴ محاسبه جریان ترانزیستورهای تک الکترونی ۱۶
۱-۵ مدارهای ترکیبی ۱۹
فصل دوم: مواد و روشها ۲۰
۲-۱ روش شبیهسازی مونتکارلو ۲۰
۲-۲ روش شبیه سازی معادلات مستر ۲۱
۲-۳ بررسی گیت معکوس کننده ۲۹
۲-۴ محاسبه ی توان در SET ۳۶
۲-۵ طراحی مدار های ترکیبی ۳۸
فصل سوم: بحث و نتیجهگیری ۴۲
۳-۱ تقویت کننده نویزپایین در تکنولوژی 90nm ۴۲
۳-۲ مخلوط کننده ۴۶
۳-۳ سازندهی فرکانسی ۴۹
۳-۳-۱ نوسان ساز کنترل شده با ولتاژ ۴۹
۳-۳-۱-۱ تنظیم فرکانس VCO ۵۳
۳-۳-۱-۲ محاسبهی نویز فاز در VCO ۵۴
۳-۳-۲-محاسبهی توان مصرفی VCO ۵۷
۳-۳-۲ حلقهی قفل شونده در فاز ۵۷
۳-۳-۳ مدار ضرب کنندهی فرکانسی ۷۰
۳-۳-۳-۱ مدار تقسیم کننده بر دو ۷۱
۳-۴ الگوریتم موقعیتیابی در توان بسیار پایین ۷۶
۳-۵ بهینهسازی توپولوژی ۸۸
۳-۶ پیشنهادات ۹۴

فهرست شکلها و جدول ها

شکل ۱-۱- ساختار یک سیستم موقعیتیاب ۳

شکل۱-۲- ساختاری از یک شبکهی محلی بیسیم ۴

شکل ۱-۳- موقعیتیابی بر اساس TOA ۵

شکل ۱-۴- مکان هندسی موقعیت محرک در TDOA ۷

شکل۱-۵- سه روش مهم در TDOA ۹

شکل ۱-۶- مکانیابی در AOA ۱۰

شکل ۱-۷- ساختار یک ترانزیستور تک الکترونی ۱۲

شکل ۱-۸- المانهای اصلی یک ترانزیستور تک الکترونی ۱۴

شکل۱-۹- مشخصات ولتاژ-جریان در MOSFET ۱۵

شکل ۱-۱۰- تراز های انرژی در یک ترانزیستور ۱۶

شکل ۱-۱۱- قرار گرفتن تراز های انرژی زمانی که ولتاژ مثبتی به درین اعمال میشود ۱۷

شکل ۱-۱۲- انتقال الکترون در ترانزیستور تک الکترونی ۱۸

جدول۱: مقایسه SET با MOSFET ها ۱۹

شکل ۲-۱- E_C و E_k بر حسب قطر جزیره در یک ترانزیستور تک الکترونی[۲۵] ۲۱

شکل ۲-۲- حالتهای متفاوت تونلزنی در ترانزیستور تک الکترونی ۲۴

شکل ۲-۳- پریودیک بودن انتقال نسبت به ولتاژ جزیره ۲۵

شکل ۲-۴- مشخصه ولتاژ – جریان در یک ترانزیستور تک الکترونی ۲۶

شکل ۲-۵- حل معادلات مستر در Matlab برای SET ۲۶

شکل ۲-۶- روش شبیه سازی ترانزیستور تک الکترونی با *HSPISE* ۲۷

شکل ۲-۷- روش شبیه سازی ترانزیستور تک الکترونی با *MATLAB* ۲۷

شکل ۲-۸- ساختار یک گیت معکوس کننده با SET ۲۸

شکل۲-۹- نتایج شبیه سازی مدار شکل۲-۸ ۲۹

شکل ۲-۱۰- مشخصات جریان گیت معکوس کننده در ناحیه ی اول ۳۰

شکل ۲-۱۱- مشخصات جریان گیت معکوس کننده در ناحیه ی دوم ۳۲

شکل ۲-۱۲- مشخصات جریان گیت معکوس کننده در ناحیه ی سوم ۳۳

شکل ۲-۱۳- مشخصات جریان گیت معکوس کننده در ناحیه ی چهارم ۳۳

شکل ۲-۱۴ توان های استاتیکی و دینامیکی در معکوس کننده ۳۵
شکل ۲-۱۵- واحد های تاخیر و کنترل یک مدار ترکیبی ۳۶
شکل ۲-۱۶- شبیه سازی مدار شکل ۲-۱۵ در Hspice ۳۷
جدول ۲: مشخصات ابزارههای مدار شکل ۲-۱۵ ۳۸
شکل۲-۱۷-مشخصه ولتاژ- جریان ترانزیستور تک الکترونی استفاده شده در مدار شکل ۲-۱۵ ۳۸
شکل۳-۱- مدار تقویت کننده ی نویز پایین ۴۰
شکل ۳-۲- نویز فیگر تقویت کننده نسبت به فرکانس کاری مدار ۴۱
شکل ۳-۳ بهره ی طبقه ی اول و دوم تقویت کننده ۴۲
شکل۳-۴-توان مصرفی تقویت کننده نسبت به فرکانس ۴۲
شکل۳-۵-ساختار سادهی یک مخلوط کننده ۴۳
شکل ۳-۶- مشخصه ی جریان-ولتاژ ترانزیستور تک الکترونی در مخلوط کننده ۴۴
شکل ۳-۷- رفتار های متفاوت ترانزیستور در پارامترهای متفاوت ۴۴
جدول۳: مشخصات ترانزیستورهای تک الکترونی شکل ۳-۷ ۴۵
شکل ۳-۸- ورووددی های RF و LO مدار مخلوط کننده ۴۵
شکل۳-۹- خروجی مخلوط کننده ۴۶
شکل ۳-۱۰- مدار معکوس کننده در VCO ۴۸
شکل ۳-۱۱- ساختار VCO حلقوی ۴۸
شکل ۳-۱۲: پاسخ VCO به پله ۴۹
شکل ۳-۱۳: پاسخ VCO به ورودی شیب ۴۹
شکل ۳-۱۴: پاسخ VCO به ورودی شیب متغیر ۵۰
شکل ۳-۱۵- مشخصه فرکانس-ولتاژ VCO ۵۱
شکل ۳-۱۶- تفاوت پاسخ فرکانسی دو نوسان ساز ایده آل و واقعی ۵۱
شکل ۳-۱۷- چگالی طیف جریان نویز به ولتاژ در مدار معکوس کننده ۵۴
شکل ۳-۱۸- توان مصرفی VCO در فرکانسهای کاری ۵۵
جدول۴: مقایسهی توان مدارهای مشابه ۵۵
شکل۳-۱۹- ساختار سادهی یک PLL ۵۶
شکل ۳-۲۰- روند کاری یک PLL ۵۷
شکل۳-۲۱- ساختار گیت NOR ۵۷
شکل۳-۲۲- ساختار گیت NAND ۵۷
شکل۳-۲۳- ساختار یک فلیپ فلاپ با استفاده از گیت NOR ۵۸
شکل ۳-۲۴- ساختار یک گیت XOR با استفاده از گیت NAND ۵۸
شکل۳-۲۵- مدار استفاده شده برای تست PLL ۵۹
شکل۳-۲۶- جواب PLL به ورودی پله ثابت ۵۹

شکل۳-۲۷- جواب PLL به ورودی پله متغییر ۶۰
شکل۳-۲۸- جواب PLL به ورودی شیب ثابت ۶۰
شکل۳-۲۹- جواب PLL به ورودی شیب متغییر ۶۱
شکل ۳-۳۰- سیستم تشخیص دهنده ی فاز و فرکانس ۶۲
شکل۳-۳۱- کارکرد تشخیص دهنده ی فاز و فرکانس ۶۲
شکل ۳-۳۲- مدار تشخیص دهنده ی فاز و فرکانس ۶۳
شکل ۳-۳۳- نحوه ی جمع کردن دو خروجی برای اعمال به VCO ۶۳
شکل ۳-۳۴- ساختار اولیه ی مدار PLL ۶۴
شکل۳-۳۵- مدار بهبود یافته ی PLL ۶۵
شکل ۳-۳۶- پاسخ PLL به ورودی پله ۶۵
شکل ۳-۳۷- پاسخ PLL به ورودی شیب ۶۶
شکل۳-۳۸-توان مصرفی PLL در فرکانس ۶۶
شکل ۳-۳۹- ساختار یک ضرب کنندهی فرکانسی ۶۷
شکل ۳-۴۰- استفاده از مدار تقیسم کننده در یک سازندهی فرکانسی ۶۸
شکل ۳-۴۱- مدار تقسیم کننده بر دو ۶۸
شکل ۳-۴۲: نتیجه ی ضرب کننده بر دو ۶۹
شکل۳-۴۳- مدار تقسیم کننده ی فرکانس بر سه ۶۹
شکل ۳-۴۴- مدار تقسیم کننده بر دو و سه ۷۰
شکل ۳-۴۵- نتیجهی ضرب فرکانسی در دو ۷۰
شکل ۳-۴۶- نتیجه ی ضرب فرکانسی در سه ۷۱
شکل ۳-۴۷- مدار تقسیم کننده بر ۱۵ و ۱۶ ۷۱
شکل ۳-۴۸- نتیجهی ضرب فرکانسی در ۱۵ ۷۲
شکل ۳-۴۹- نتیجهی ضرب فرکانسی در ۱۶ ۷۲
شکل ۳-۵۰: توپولوژی سلولی ۷۴
شکل ۳-۵۱- اثبات درستی معادلات (۳-۳۷)و (۳-۳۸) ۷۸
شکل ۳-۵۲: مکان هندسی ضرایب اندازه گیری برای خطا های مختلف ۷۹
شکل ۳-۵۳- دو مکان هندسی در شرایط متفاوت ۷۹
شکل۳-۵۴-زاویهی مرزی برای تمام اندازهگیری ها ۸۰
شکل ۳-۵۵-زاویه مرزی برای تمامی خطا ها در تپولوژی های متفاوت ۸۰
شکل۳-۵۶- قرارگرفتن بیضیها در مربع واحد ۸۱
شکل ۳-۵۷- الگوریتم کاهش خطا ۸۲
شکل ۳-۵۸- مکان هندسی ضرایب اندازهگیری ۸۲
شکل ۳-۵۹: مکان های تخمین زده شده برای مکان مورد نظر ۸۲

شکل ۳-۶۰- نتیجهی نهایی موقعییتیابی ۸۳
جدول۵: وزن دهی BS ها براساس میزان آلودگی ۸۳
شکل ۳-۶۱- توپولوژی با مختصات قطبی ۸۵
شکل ۳-۶۲: توپولوژی بهینه ۸۶
شکل ۳-۶۳- بهینه سازی به تغییر زاویه ۸۸
شکل۳-۶۴-نتیجه بهینه سازی اول ۸۸
شکل ۳-۶۵- بهینه سازی به تغییر زاویه ۸۹
شکل۳-۶۶-نتیجه بهینه سازی دوم ۸۹
شکل ۳-۶۷- : ترکیب شبیه سازی اول و دوم ۹۱
شکل ۳-۶۸- ناحیه مشخصه برای سومین BS، که condition number کمتر از ۱.۸ باشد ۹۱

مقدمه:

هدف اصلی در انجام این پایاننامه طراحی بلوکهای اصلی یک گیرنده- فرستنده مخابراتی بیسیم با توان مصرفی بسیار پایین است. در طراحی مدارها برای تحقق بخشیدن به خواسته توان مصرفی بسیار کم از نانو ترانزیستور ها استفاده خواهیم کرد. کار اصلی انجام شده در این پایان نامه ترکیب ترانزیستورهای تک[1] الکترونی (SET) با MOSFET ها در طراحی یک مدار سازندهی فرکانسی است که یکی از بلوکهای اصلی گیرنده- فرستنده های مخابراتی میباشد. سازندههای فرکانسی یک بلوک بسیار مهم در مدارهای مخابراتی است که توان مصرفی در آن نقش بسیار مهمی دارد. کارهایی زیادی در این خصوص تا کنون انجام شده است که در آنها با استفاده از ساختارهای متنوع و یا یا کاهش تکنولوژی ساخت توان مصرفی را کاهش می - دهند. در این خصوص قصد داریم با استفاده از مدارهای ترکیبی (SET-MOSFET) این بلوک را طراحی و شبیه سازی کنیم. در این پایاننامه همچنین با تکنولوژِی 90nm تقویت کنندهی نویز پایین طراحی می - کنیم و مخلوط کنندهای برای سیستم با استفاده از یک مدار ترکیبی ساده ارائه میدهیم.

از طرفی قصد این کار طراحی سیستمی موقعیتیاب است که در توان بسیار پایین کار کند و لذا در نهایت الگوریتمی ارائه میدهیم که موقعیتیابی را در توان بسیار پایین در محدوده کاری مدار های طراحی شده انجام دهد. در طراحی سیستمی این پروژه باید در نظر داشت که با توجه به پایین بودن توانهای ارسالی و دریافتی، سیگنال به نویز[2] (SNR) در گیرنده بسیار پایین بوده و باید بتوان اطلاعات را به صورت صحیح استخراج کرد. مخابرات در توان پایین یکی از مباحث مهم روز است که کارهای بسیار زیادی در این زمینه شده است. مدار های ترکیبی همان طور که خواهید دید، منجر به کارایی بیشتر مدار در توان های بسیار پایین می شود و می تواند در آینده توجه زیادی را جلب کند. این پایان نامه را می توان به دو قسمت اصلی تقسیم کرد. اولین قسمت را به نحوهی طراحی مدارهای ترکیبی اختصاص میدهیم. در این قسمت در طراحی مدارهای RF، از ترانزیستورهای تک الکترونی استفاده میکنیم که منجر به کاهش چشمگیری در

[1] Single electron transistor
[2] Signal noise ratio

توان مصرفی میشود. از طرفی با توجه به اینکه محدودهی فرکانسی برای موقعییتیابی در شبکه بین 500MHz-1GHz میباشد مدار های خود را در این بازه طراحی خواهیم کرد. بخش دوم به طراحی سیستم که عمل موقعییتیابی را در SNR پایین انجام میدهد اختصاص میابد. علاوه بر این با توجه به اینکه مهمترین مسئله در موقعییتیابی در یک شبکه، مسئله [۳] نبود دید مستقیم(NLOS) است، راه کاری برای این مسئله نیز ارائه خواهیم داد.

[3] Non line of sight

Surname: Lal Dehghani **Name:** Human

Thesis Title: Design of communication transceiver based on Nano transistors

Supervisors: Dr.S. Golmohamadi **Advisor**: Dr. K. Abbasian

Degree: Master of Science **Major**: Nano technology Engineering

Field: Nanoelectronic

Univercity: Tabriz …… **Faculty**: Emerging technology engineering

Graduation Date: 2011 **Pages**: 120

Keywords: base station, wireless localization, ultra low power resiever

Abstract: In this thesis, we have proposed an ultra low power localization in wireless based network. In the first chapter we have studied the annals of localization and we also have a literature review based on circuits and systems. In second chapter, we have studied the models and techniques to impelment our system. In order to describe the single electron transistor, Spice macro model and Master Equation simulation is used, and HSPICE simulator, simulated the performances of the SET-MOS hybrid circuits. In third chapter we have proposed an ultra low power Frequency Synthesizer using a Single Electron Transistor (SET) and MOS transistors. In second part of this chapter we have discussed our proposed algorithm within cellular network terminology. We have proposed two novel algorithms, the first is to extract the NLOS state of Base Station (BS) and the second one is a correction algorithm to enhance the measurement accuracy. Our proposed algorithm discusses a novel localization technique to estimate true Mobile Terminal (MT) from a set of possibly high NLOS errors and furthermore it can recognize the NLOS states of BSs. Our algorithm utilizes a constrained approach, when range measurements are available from three BSs. Simulations studying the performance of algorithm and demonstrates that Mean Location Error (MLE) over corresponding MT roaming area is nearly independent of the magnitude of NLOS error and can be smaller than 0.005 of cells diameter even in large NLOS error.

University of Tabriz

Faculty of

Emerging technology engineering

Dissertation for receipt a Master's Degree in

Nanoelectronics

The title

Design of communication transceiver based on Nanotransistors

Superviser:

Dr. S. Golmohammadi

Adviser:

Dr. K. Abbasian

Researcher:

Human Dehghani

فصل اول: بررسی منابع

در این فصل به بیان تاریخچهی موقعیتیابی و کارهای صورت گرفته شده می پردازیم. اهمیت و مشکلات اساسی در هر دوزمینهی طراحی مدار و سیستم در مکانیابیهای بیسیم تحت شبکه زا که تا کنون نیز حل نشده باقی مانده است را در این فصل مورد بررسی قرار خواهیم داد.

۱-۱ تاریخچهی موقعیتیابی

اولین سیستم موقیعتیابی بیسیم به سال ۱۹۰۴ برمیگردد که یک مهندس آلمانی دستگاهی را برای تشخیص کشتی در مه غلیظ ساخت. شاید بشود این دستگاه را اولین سیستم در زمینه موقعیت‌یابی نام برد. از آن سال به بعد تکنولوژی رادار در زمینه‌ی موقعیت‌یابی به شدت شیب پیشرفت گرفت [۴-۱]. در سال ۱۹۹۳، سیستم ماهواره‌ای GPS[1]، راه‌اندازی شد. GPS در حال حاضر فراگیرترین سیستم موقعیت‌یاب می‌باشد. در سال ۱۹۹۶، FCC[2] متوجه شده که بیشتر از ۶۰ درصد تماس‌های تلفنی اضطراری با تلفن همراه گرفته می‌شود , بنابراین به شرکت‌های پیمانکار تلفن همراه مهلتی پنج ساله داد تا بتوانند سیستم‌های موقعیت‌یابی بی‌سیم با دقت صد متر را در ۶۷ درصد مواقع پیاده‌سازی کنند. در سال ۲۰۰۷ نیز تحقیقی انجام شد و مشخص شد ارائه سرویس‌های موقعیت‌یابی می‌تواند تا ۱۵ بیلیون دلار درآمد حاصل کند. در حال حاضر مسئلهی توان و دقت دو پارامتر بسیار مهم در موقعیت‌یابی بی‌سیم است که بشدت در حال رشد و سرمایهگذاری است. در این پایان نامه این دو پارامتر، اصلیترین بخش این کار میباشد. پیادهسازی ساختارهای کم توان در هر دو زمینه مدار و سیستم در چند سال اخیر مورد توجه بودهاست بطور نمونه میتوان به [۱۲-۵] اشاره کرد که با کاهش تکنولوژی ساخت، مدارهای مورد نیاز را در توان کم طراحی میکنند ولی سیستم مکمل که با استفاده از اطلاعات موجود، بتواند تخمین درستی از مکان را ارائه دهد هنوز به عنوان یک مسئلهی حل نشده باقی ماندهاست.

[1]. Global positioning System
[2] Federal communication commission

در چند سال اخیر در حوزهی مدارهای دیجیتال مدارهای ترکیبی جایگاه ویژهای پیدا کردهاند و کاربردهای زیادی در ساخت حافظههای کم مصرف دارند [۲۶-۲۷].

موقعییتیابی با GPS هر چند که مشکل دید مستقیم را ندارد ولی نیاز به توان بالا، دستگاه منحصر به فرد و مشکل مکانیابی در ساختمان، نیاز به موقعییتیابی توسط یک شبکه با دقت بالا را افزایش داده است. در ادامه جهت آشنایی مختصر انواع موقعییتیابی ها در یک شبکه را که در عمل تا کنون مورد استفاده قرار گرفته است را توضیح میدهیم.

۱-۲ روش های مختلف موقعییتیابی بیسیم:

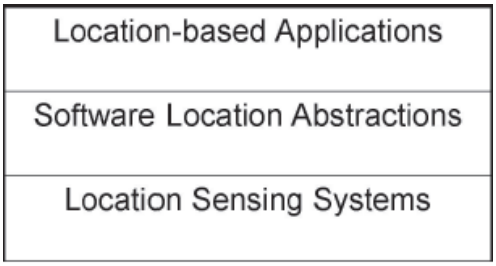
در کل مسئلهی موقعییتیابی در دو فاز انجام میگیرد که عبارتند از:

۱. تعیین فاصله ی دقیق گره یا گرهها از هم (یا از یک گره مرکزی)

۲. پیدا کردن محل دقیق گره مورد نظر با استفاده از محل تلاقی شکلهای هندسی که مرکز آنها گرههایی می - باشند که فاصله ی کاربر را تخمین زدهاند.

در شکل ۱-۱، مدل سه لایهی یک سیستم موقعیتیاب دیده میشود [۱۳] در لایهی زیرین اطلاعات و پارامترهای الگوریتم موقعیتیاب توسط حس گرها و یا گره ثابت[1] (BS) و یا خود هدف جمع میشود این کار توسط یک مدار گیرنده-فرستنده ساده انجام میشود. در لایهی میانی این اطلاعات به دادههایی تبدیل میشود که یک برنامه قابلیت استفاده از آن را داشته باشد. مثلاً یک برنامهی جاوای موقعیتیاب API[2] میتواند این اطلاعات را به عرض و طول جغرافیایی تبدیل کرده، سرعت هدف را محاسبه کند و همچنین مکانهای مختلف اطراف هدف را شناسایی کند. در لایه ی بالایی برنامه از اطلاعات لایهی زیرین استفاده کرده و به کاربر سرویس ارائه میدهد .

[1] Base station
[2] Application program interface



شکل ۱-۱- ساختار یک سیستم موقعیتیاب

۱-۲-۱ موقعیتیابی بر اساس RSS[1]:

- موقعیتیابی بر اساس توان سیگنال دریافتی مزیتهایی دارد که اغلب به سادگی سیستم موقعیتیاب منجر می شود. ولی در عین حال دقت تخمین مکان را پایین میآورد. مهم ترین مزیت RSS [۱۶-۱۵] امکان پیاده سازی با کمترین تغییرات و هزینهها روی شبکههای موجود است، زیرا اکثر وسایل قادر به تشخیص توان سیگنال دریافتی میباشند. نوع مدلاسیون، نرخ داده و سنکرون بودن تأثیری روی کارآیی RSS نمیگذارد.

اما در عین حال مشکلات اساسی این نوع موقعیتیابی باعث می شود. به RSS به عنوان یک سیستم مکمل نگاه شود و یا در مواردی که مکانیابی دقیق مورد نظر نیست از آن استفاده شود. مهمترین مشکل RSS ماهیت تغییرات و احتمالاتی بودن کانال میباشد. از طرفی چون پارامترهای مدل کانال در هر مکانی متفاوت است سیستم RSS باید به طور نرمافزاری با محیط منطبق شود.

سیستمهای مکانیاب RSS با دو استراتژی پیادهسازی میشوند.

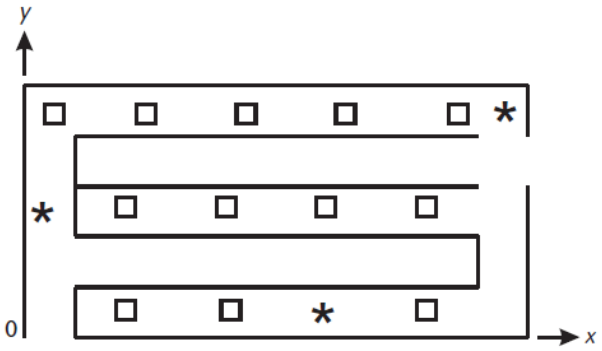
۱ -با تعیین مدل دقیق کانال

۲ -با استفاده از داده های جمعآوری شده در محیط

[1] Received signal strength

در سیستم RSS ,چند طرفه [1]ترمینال متحرک (MT) سیگنالی را میفرستد که چند ترمینال ثابت (BS) دریافت میکنند و شبکه موقعیت MT را تشخیص میدهد. در حالی که در سیستم یکطرفه چند BS سیگنالی به MT میفرستند و MT موقعیت خود را تشخیص میدهد. حالت دوم از لحاظ امنیتی اهمیت بیشتری دارد. اما حالت اول برای وقتی RSS با استراتژی دوم ذکر شد کار میکند مناسب تر است چون شبکه دسترسی به پایگاه داده را دارد.

یکی از مواردی که از سیستم RSS مبتنی بر استراتژی دوم میتوان استفاده کرد در [2] شبکه ی محلی بیسیم (WLAN) است. در شکل ۱-۲ زیر یک WLAN نمایش داده شده است. نقاط که با ستاره مشخص شدهاندنقاط دسترس و مربع ها نقاطی هستند که مکان آنها مشخص است. با استفاده از تشخیص الگو میتوان کسانی را که خارج از محل WLAN قصد نفوذ به شبکه دارند را شناسایی و از ارتباط آنها جلوگیری کرد. مزیت اصلی این روش این است که مدل کانال نیاز نیست اما مشکل عمده آن وجود پایگاه دادهی محیط مورد نظر است.



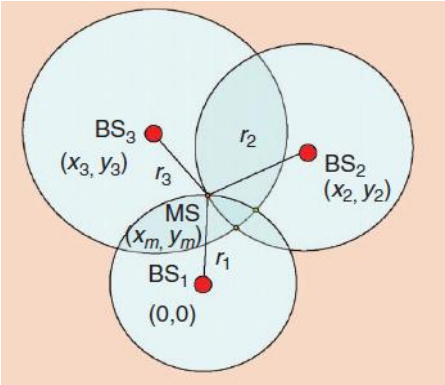
شکل۱-۲- ساختاری از یک شبکه ی محلی بی سیم

[1] Mobile terminal
[2] Wireless local area network

۱-۲-۲ موقعیتیابی بر اساس TOA[1]:

یک شبکه بیسیم مانند شکل ۱-۳، را در نظر بگیرید که دارای N ترمینال ثابت است. فرض کنید موقعیت BS ها را با $X_i = [x_i y_i]^T$ نشان دهیم و تخمین محل گره متحرک نیز $\hat{X} = [\hat{x}, \hat{y}]^T$ باشد همچنین $\hat{d}_i$ فاصله ی تخمینی i امین BS از MT است که به صورت زیر مدل میشود [۱۷]

$$r_i = d_i + b_i + n_i \qquad (۱-۱)$$



شکل ۱-۳-: موقعیت یابی بر اساس *TOA*

d_i در واقع TOA است و $n_i \sim N(0, \sigma_i^2)$ نویز گوسی می باشد. b_i مقدار با یاس ناشی از عدم دید مستقیم NLOS است.

$$b_i = \begin{cases} 0 & \text{if BS} = \text{LOS} \\ \varphi_i & \text{if BS} = \text{NLOS} \end{cases} \qquad (۱-۲)$$

φ_i به صورتهای مختلفی مدل شدهاست از جمله توزیع نرمال، یکنواخت یا بر اساس دادههای تجربی، این مدل به کانال و تکنولوژی مورد استفاده بستگی دارد. فرض کنید $\bar{d}$ بردار فاصلهی حقیقی بین MT وBS ها باشد.

$$\bar{d} = d(X) = [d_1, \dots, d_n] \qquad (۱-۳)$$

[1] Time of arival (TOA)

در غیاب نویز و NLOS دایره ها به شعاع d_i دقیقاً در محل MT همدیگر را قطع میکنند.

$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = d_i^2 \quad (۴-۱)$$

حل N معادلهی بالا محل دقیق MT را مشخص میکند. هر چند با وجود NLOS و نویز معادلات به صورت مقابل در میآیند.

$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = \bar{d}_i \quad (۵-۱)$$

مسئلهی TOA در واقع بدست آوردن تخمین $[x , y]$ از روی حل معادلات (۵-۱)است. الگوریتمهای متنوعی برای حل این مسئله ارائه شده است که تنها به یکی از آنها اشاره میکنیم.

روش ***Maximum Likelihood :***

در سناریوی LOS با مدل کردن نویز به صورت گوسی و استقلال N ترمینال BS داریم[۱۸]:

$$P(\hat{d}|x) = \prod_{i=1}^{N} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \exp\{-\frac{(\hat{d}_i - d_i)^2}{2\sigma_i^2}\} \quad (۶-۱)$$

بنابراین جواب به صورت زیر می باشد[۱۸]:

$$\hat{x} = \arg\max P(\hat{d}|x) \quad (۷-۱)$$

اگر $\sigma_i^2 = \sigma$ باشد در واقع جواب *ML* معادل بیشینه کردن(۱-۶) است که منجر به معادلات زیر میشود.

$$\sum_{i=1}^{N} \frac{(d_i - \hat{d}_i)(X - X_i)}{d_i} = 0 \quad (۸-۱)$$
$$\sum_{i=1}^{N} \frac{(d_i - \hat{d}_i)(Y - Y_i)}{d_i} = 0$$

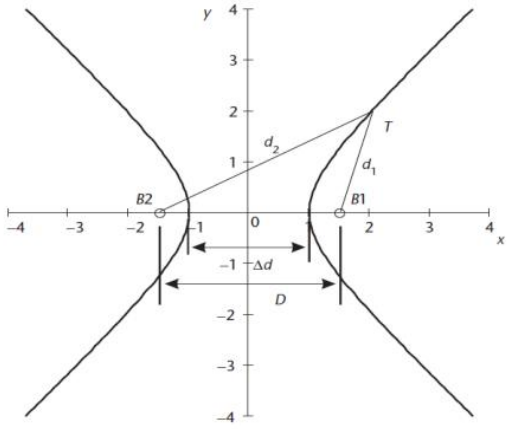
از آنجا که جواب بدست آمده به $\boldsymbol{d_i}$ که خود باید تخمین زده شود بستگی دارد باید روشهای تکراری استفاده کرد.

۱-۲-۳ موقعیتیابی بر اساس TDOA[1]

در روش TDOA [۲۰-۱۹] برای حل مشکل سنکرون بودن گرههای بی‌سیم با مرکز BS ، از اختلاف زمانی رسیدن موج‌ها به دو مرکز متفاوت استفاده می‌شود. اگر d_{ij} را اختلاف فاصله‌ی گره مورد نظر با مرکز i و j نامیم آنگاه:

$$d_{ij} = \big(t_i - (t_0 - \Delta)\big)c - \Big(t_j - (t_0 - \Delta)\Big)c = (t_i - t_j)c \qquad (۹-۱)$$

t_i زمان رسیدن موج به iامین مرکز است. Δ خطای عدم سنکرون بودن و c سرعت نور در خلأ است. از آنجا که مکان هندسی نقاطی با اختلاف فاصله‌ی مساوی از دو مرکز هذلولی می‌باشد در اینجا بر خلاف TOA که از روی محل تلاقی دایره‌ها مکان را بدست می‌آوردیم باید هذلولی‌ها را با هم قطع دهیم. برای داشتن نقطه‌ای منحصر به فرد نیاز به چهار BS داریم.



شکل ۱-۴- مکان هندسی موقعیت محرک در TDOA

در این توپولوژی، H (ماتریس توپولوژی) به نوع شبکه ، و b به مقادیر اندازه‌گیری شده وابسته است. جواب کمترین خطای مربعات معادلات خطی به صورت مقابل است[۲۰]:

[1] Time difference of arival (TDOA)

$$\hat{x} = (H^T H)^{-1} H^T b \qquad (۱۰-۱)$$

برای پیاده‌سازی روش TDOA سه روش معمول است این سه روش را به ترتیب در شکل ۱-۵ مشاهده میشود .

در روش اول هر BS کل سیگنال دریافتی را به مرکز موقعیت‌یابی انتقال می‌دهد و در آنجا با محاسبه همبستگی سیگنال‌ها تفاوت زمانی رسیدن سیگنال به آنها محاسبه می‌شود. در این روش حجم انتقال داده از BS به مرکز موقعیت‌یاب بالا است، اما سیگنالها می‌توانند دلخواه انتخاب شوند.

در روش دوم هر BS بافیلتر منطبق خود زمان رسیدن سیگنال را محاسبه می‌کند. این زمان به مرکز موقعیت‌یاب فرستاده می‌شود ودر آنجا تنها اختلاف‌های زمانی محاسبه می‌شود.در این روش حجم انتقال داده از BS به مرکز پایین است ولی به علت استفاده از BS سیگنالهای مشخصی باید ارسال شود.

در روش آخر که در حالت یک طرفه است. BS سیگنال‌ها را با اطلاعات زمانی به فرد موردنظر می‌فرستند و این خود گره است که این اطلاعات را دریافت و موقعیت‌یابی می‌کند