



نام دانشکده

نام گروه

موضوع پایان نامه را در این قسمت بنویسید

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته

نام نویسنده

استاد راهنما:

دکتر

شهریور ۱۴۰۳



تأییدیه هیئت داوران جلسه دفاع از پایان نامه / رساله

نام دانشکده: نام دانشکده

نام دانشجو: نام نویسنده

عنوان پایان نامه: موضوع پایان نامه را در این قسمت بنویسید

تاریخ دفاع: شهریور ۱۴۰۳

رشته: در رشته

گرایش: نام گروه

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	دکتر	دانشگاه علم و صنعت	
۲	استاد مدعو خارجی	دکتر	دانشگاه	
۳	استاد مدعو داخلی	دکتر	دانشگاه علم و صنعت	

تأییدیه صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

این جانب نام نویسنده به شماره دانشجویی دانشجوی رشته مهندسی کامپیوتر گرایش شبکه‌های کامپیوتری مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد تایید می‌نمایم که کلیه مندرجات در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظارت و راهنمایی عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، بدون هرگونه دخل و تصرف انجام گرفته و موارد نسخه‌برداری شده از آثار دیگران، مطابق مقررات و ضوابط ارجاع داده شده و ویژگی‌های کامل منابع را در فهرست منابع ذکر کرده‌ام. این پایان‌نامه پیش‌تر برای احراز هیچ مدرکی ارائه نگردیده است.

در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مولفان و منصفان و قانون ترجمه، تکثیر و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی و پژوهشی، انضباطی و غیره) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه علم و صنعت ایران است. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی و واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه بدون موافقت کتبی دانشگاه علم و صنعت ایران ممنوع است. نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نام و نام خانوادگی دانشجو: نام نویسنده
تاریخ: شهریور ۱۴۰۳
امضای دانشجو:

سپاس گزاری...

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است.

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پرمهر پدرم...

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم...

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانی تان را سپاس نتوانم بگویم.

امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما...

ره آوردی گران سنگ تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان نثار کنم؛ باشد که حاصل تلاشم نسیم گونه غبار خستگی تان را

بزداید. بوسه بر دستان پرمهرتان.

هم چنین بر خود واجب می دانم از زحمات استاد راهنمای خود، جناب آقای دکتر صمیمانه تشکر و قدردانی کنم که قطعاً

بدون راهنمایی های ایشان، این کار به انجام نمی رسید.

چکیده

در این قسمت چکیده پایان نامه را بنویسید.




کلمات کلیدی: کلمات کلیدی را در این قسمت وارد کنید. بهتر است حداقل پنج کلمه کلیدی وارد کنید.

فهرست مطالب

۱	مقدمه	فصل ۱
۲	طرح مسئله	۱.۱
۴	چالش‌ها و انگیزه	۲.۱
۴	نوآوری‌ها	۳.۱
۴	ساختار گزارش	۴.۱
۵	مفاهیم پایه‌ای	فصل ۲
۵	محیط‌های مختلف در استایل بوستان	۱.۲
۶	محیط نکات	۱.۱.۲
۸	محیط‌های ریاضی	۲.۱.۲
۱۰	تمرین	
۱۰	وارد کردن کد در متن	۲.۲
۱۲	مروری بر کارهای پیشین	فصل ۳
۱۳	دیدگاه‌های دسته بندی کارهای پیشین	۱.۳
۱۳	ملاک های ارزیابی و مقایسه	۲.۳
۱۳	مرور مطالعات موجود	۳.۳
۱۳	جمع بندی	۴.۳
۱۴	شرح روش پیشنهادی	فصل ۴
۱۴	مدل سامانه و فرضیات	۱.۴
۱۴	تشریح روش پیشنهادی	۲.۴
۱۷	شبیه سازی	فصل ۵
۱۷	محیط آزمایش و تنظیمات	۱.۵

۱۷	کارهای مورد مقایسه	۲.۵
۱۷	معیارهای سنجش کارایی	۳.۵
۱۷	آزمایش‌ها و تحلیل نتایج	۴.۵
۱۷	جمع بندی	۵.۵
۱۸	نتیجه‌گیری و کارهای آینده	فصل ۶
۱۸	نتیجه‌گیری	۱.۶
۱۸	کارهای آینده	۲.۶
۱۹	مراجع	
۲۰	واژه نامه انگلیسی به فارسی	
۲۱	واژه نامه فارسی به انگلیسی	
۲۲	نمایه	

فهرست شکل‌ها

۲	نسل‌های مختلف شبکه‌های تلفن همراه		۱.۱
۴	نمونه شکل ساخته شده با Tikz		۲.۱
۱۳	حوزه‌های بهینه‌سازی شبکه‌های تلفن همراه از دیدگاه جمع‌آوری داده		۱.۳

فهرست جدول‌ها

۱۵ فهرست نمادها ۱.۴
----	------------------------

G

GPRS General Packet Radio Service

GSM Global System for Mobile Communication

GSMA GSM Association

I

IoT Internet of Things

ITU International Telecommunication Union

L

LTE Long Term Evolution

M

MDT Minimization of Drive Test

MIMO Multiple Input Multiple Output

N

NFV Network Function Virtualization

Q

QoS Quality of Service

S

SDN Software Defined Networks

SMS Short Message Service

U

UE User Equipment

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

فصل ۱

مقدمه

امروزه شاهد گسترش روزافزون شبکه‌های تلفن همراه در سرتاسر جهان هستیم. اطلاعات آماری حکایت از آن دارد که تا انتهای سال ۲۰۲۳ از میان ۸.۰۲ میلیارد انسانی که بر روی کره زمین زندگی می‌کنند، در حدود ۵.۶ میلیارد نفر از شبکه‌های تلفن همراه استفاده می‌کنند که این خود حاکی از ضریب نفوذ^۱ ۶۹ درصدی این شبکه‌ها است. برطبق گزارش مؤسسه GSMA^۲، فناوری تلفن همراه و خدمات مرتبط با آن در سال ۲۰۲۳، در حدود ۵.۷ تریلیون دلار (۵.۴٪ تولید ناخالص داخلی) ارزش افزوده به همراه داشته [۱]. این حجم شگرف چرخش مالی، منجر به ایجاد فرصت‌های پژوهشی، صنعتی و تجاری بسیاری گشته است. اهمیت شبکه‌های تلفن همراه، زمانی آشکار می‌گردد که بدانیم رشد و توسعه این شبکه‌ها، مرهون توسعه فناوری‌هایی نظیر MIMO^۳، IoT^۴، SDN^۵، NFV^۶ و رایانش ابری^۷ بوده است. این مهم به‌ویژه در شبکه‌های نسل پنچ، بیش‌ازپیش خودنمایی می‌کند.

شروع توسعه شبکه‌های نسل دو به‌مانند GSM^۸ در دهه ۱۹۸۰، با تمرکز بر ارائه خدماتی نظیر تبادل تماس^۹ صوتی و SMS^{۱۰} شکل گرفت. اما به‌مرور نقطه تمرکز به ارائه خدمات مبتنی بر کلیدزنی بسته‌ای^{۱۱} نیز معطوف گشت (GPRS^{۱۲} و Edge). توسعه شبکه‌های نسل سه^{۱۳} UMTS، بسان پلی بود که ما را بیش‌ازپیش، بدین هدف نزدیک‌تر می‌نمود. در سال ۲۰۰۴، ایده‌های اولیه شبکه‌های

^۱Penetration Coefficient

^۲GSM Association

^۳Multiple Input Multiple Output

^۴Internet of Things

^۵Software Defined Networks

^۶Network Function Virtualization

^۷Cloud Computing

^۸Global System for Mobile Communication

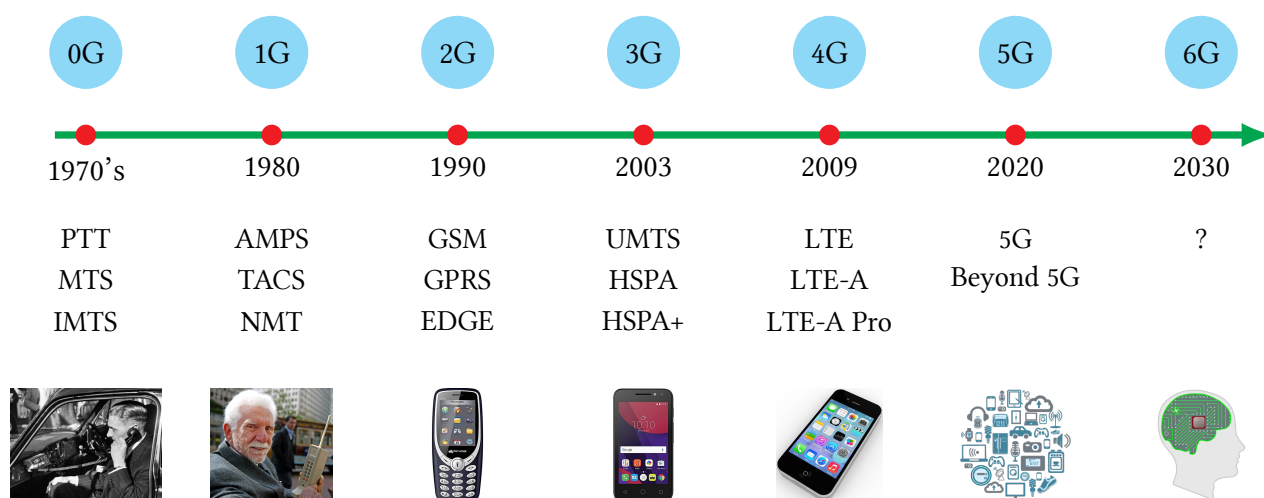
^۹Call

^{۱۰}Short Message Service

^{۱۱}Packet Switch

^{۱۲}General Packet Radio Service

^{۱۳}Universal Mobile Telecommunications System



شکل ۱.۱: نسل‌های مختلف شبکه‌های تلفن همراه

نسل چهار (LTE¹⁴ و LTE-Adv)، با هدف ایجاد یک شبکه دسترسی با سرعت و ظرفیت بالا، قابلیت ارائه خدمات مختلف و انعطاف در تعامل با دیگر شبکه‌ها، تدوین گشت. در حال حاضر 4G با سرعت سرسام‌آوری در حال توسعه جایگاه خویش در میان شبکه‌های تلفن همراه است، تا جایی که در سال ۲۰۱۸ در حدود ۴۷ درصد کل ارتباطات تلفن همراه را به خود تخصیص داده است [۲].

ITU¹⁵ در پروژه IMT-2020، سه ویژگی کلیدی 5G را ارتباطات پرشمار ماشینی (مانند IoT)، پایدار و با تاخیر¹⁶ اندک برمی‌شمارد. انتظار بر آن است که 5G از لحاظ پوشش، سرعت و تأخیر عملکرد چشمگیری نسبت به 4G از خود نشان دهد. برطبق نمودار Gartner سرمایه‌گذاری و کار بر روی 5G حداقل تا یک دهه آینده ادامه خواهد داشت. تحقیقات بر روی شبکه‌های نسل جدید 6G از هم اکنون آغاز گشته و رد پای آن را در برخی از مقالات پژوهشی موجود در این حوزه می‌توان یافت (شکل ۱.۱).

۱.۱ طرح مسئله

هنگامی که کنوت پیش‌نمایش جلد دوم کتاب خود را (The Art of Computer Programming) در ۳۰ مارس ۱۹۷۷ دریافت کرد، متوجه شد که بسیار بدشکل است. در همین زمان بود که او کتاب Artificial Intelligence نوشته Patrick Winston که با حروف چینی دیجیتالی تهیه شده بود، را مشاهده نمود، و به این نوع از حروف چینی علاقه‌مند شد. پیش‌نمایش‌های مایوس‌کننده در نهایت موجب شدند که او تصمیم بگیرد با طراحی سیستم حروف چینی خود بر مبنای حروف چینی دیجیتالی، این مشکل را یک بار و برای همیشه حل کند. کنوت دریافت که معنای حروف چینی دیجیتالی این است که بتوان یک چیدمان درست از صفرها و یک‌ها (نقاط سفید و سیاه) را در کنار یکدیگر قرار داد. یافتن قواعد درست و زیبا برای نگارش متون ریاضی و تبدیل آن به چیدمان صحیحی از صفرها و یک‌ها، کاری بود که کنوت فکر می‌کرد آن را می‌تواند در ظرف شش ماه تا تعطیلات دانشگاهی سال ۱۹۷۸ به پایان برساند، اما آن‌چه که اتفاق افتاد این بود که در نهایت در ۱۹۸۹، یعنی ده سال بعد، این کار به اتمام رسید، و بدین‌سان \TeX متولد شد....

\TeX یک زبان نشانه‌گذاری (Markup Language) است. محتوا در یک پرونده متنی نوشته می‌شود و نشانه‌گذاری‌ها به شکل فرمان‌هایی بین متن قرار می‌گیرند و مشخص می‌کنند که هر بخش از نوشته چه‌طور نمایش یابد. مفسر لاتک آن پرونده را می‌خواند،

¹⁴Long Term Evolution

¹⁵International Telecommunication Union

¹⁶Delay

محتوا را به شکل یک نوشته درمی آورد و یک پرونده خروجی می سازد.

```
% Plain TeX for a 1 page document
\TeX{} is good at typesetting words like `fjord', `efficiency',
and `fiasco'. It is also good at typesetting math like,
$a^2 + b^2 = c^2$.
\beginsection 1. Introduction.
This is an example.
\bye
```

دقیقا برعکس نرم افزارهای واژه پرداز معمولی مثال Microsoft Word که بر اساس

WYSIWYG (*What you see is what you get*)

کار می کنند کنوثر به کسانی که در \TeX اشکالی بیابند و آن را گزارش کنند، جایزه نقدی می دهد. جایزه هر اشکال از 2.56 دلار آغاز شده و هر سال دو برابر شده است. این باعث فقر کنوثر نشده است، چرا که تعداد بسیار کمی باگ گزارش شده است. علاوه بر این، افراد معمولاً به جای نقد کردن چک، آن را قاب می گیرند تا ثابت کنند در \TeX اشکالی یافته اند.

\TeX یک زبان برنامه نویسی واقعی، گسترده و برای کاربر عادی بسیار مشکل است $\mathbb{E}\TeX$ یک سامانه ای آماده سازی و حروف چینی نوشتار بر پایه \TeX است، که از آن به عنوان موتور حروف چینی استفاده می کند. در واقع هر دستور $\mathbb{E}\TeX$ ، از مجموعه ای پیچیده از دستورات \TeX تشکیل شده است، که گردهای بزرگ از صورت های توسعه یافته ی \TeX را تشکیل می دهد. بدین سان خانواده \TeX روزبه روز گسترش یافت: $\text{Xe}\TeX$ ، $\text{Pdf}\TeX$ ، $\text{Lua}\TeX$ و

چرا باید از $\mathbb{E}\TeX$ استفاده کنیم؟ به هزاران دلیل

✓ **جدا بودن محتوا و ظاهر نوشته:** برتری بزرگ $\mathbb{E}\TeX$ در این موضوع برای کاربران Word چندان واضح نیست، زیرا آن ها نمی دانند که این ویژگی چه قدر خوب است. وقتی با $\mathbb{E}\TeX$ نوشته خود را می نویسید، فقط به محتوای نوشته فکر می کنید و ساختار متن را مستقیماً به $\mathbb{E}\TeX$ می گوئید ...

✓ **کیفیت:** به سختی می توان این موضوع را انکار کرد که کیفیت خروجی های لاتک بسیار فراتر از خروجی های Word است.

✓ **تسلط بر نوشته:** حتی در نوشته های کوتاه هم شاید شما با رفتار غیرهوشمندانه Word روبه رو شده باشید. مثلاً در یک نوشته ۳۰ صفحه ای پر از شکل و جدول، یک بعد از ظهر را صرف می کنید تا همه چیز مرتب شود؛

✓ **استاندارد نویسی:** $\mathbb{E}\TeX$ به شدت تلاش می کند تا شما را مجبور کند تا استاندارد بنویسید ...

✓ **رایگان:** در این مورد لاتک هیچ حرفی باقی نمی گذارد، چون رایگان است! ضرب المثل «هر چی بیشتر پول بدی، بیشتر آش می خوری» درباره لاتک صادق نیست.

✓ **انعطاف پذیری:** می توانید با لاتک هر کاری که فکرش را می کنید انجام دهید! در طول سالیان دراز، بسته های بسیار زیادی ساخته شده اند که ویژگی های لاتک را گسترش می دهند. برای نمونه، بسته Bibtex، glossaries، listings، tikz و

✓ **پایداری:** Word در هنگام ویرایش نوشته های طولانی زیاد قفل می کند، اما \TeX

✓ **امنیت:** در لاتک نیازی نیست نگران ویروس هایی باشید که در ماکروهای Word پنهان می شوند!

✓ **مستقل از سیستم عامل**

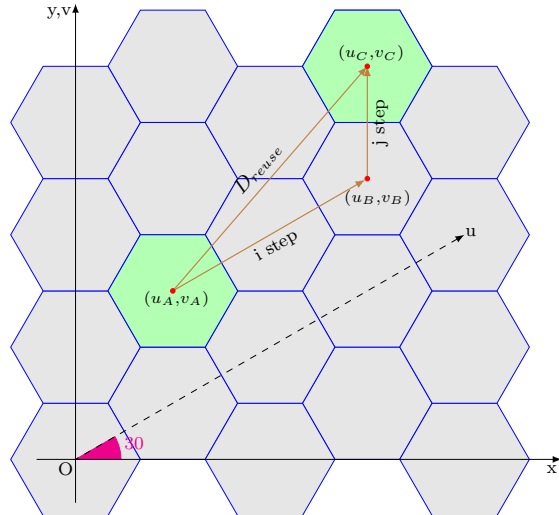
- To find cochannel neighbors of a cell, move i cells along any chain of hexagons, turn 60 degrees counterclockwise, and move j cells

$$C = i^2 + ij + j^2$$

- From hexagonal geometry

$$D_{reuse} = R\sqrt{3C}$$

- Regular hexagons fit together without any gaps to tile the plane.



شکل ۲.۱: نمونه شکل ساخته شده با Tikz

✓ انجمن‌های پرسش و پاسخ بسیار قوی

برای من این تغییر کاملاً سودآور بود، زیرا الان می‌توانم نوشته‌ها و گزارش‌هایم را با سرعت بیشتری بنویسم. هرکسی می‌تواند لاتک را امتحان کند و تفاوتش را ببیند و تصمیم بگیرد. اما هر کس که وارد دنیای \LaTeX در آن غرق شد ...

۲.۱ چالش‌ها و انگیزه

۳.۱ نوآوری‌ها

نوآوری‌های این پایان‌نامه به طور خلاصه به شرح زیر است:

✓ ارایه یک روش نوین برای بهینه‌سازی

۴.۱ ساختار گزارش

نخست در **فصل ۲**، تعاریف و مفاهیم مبنایی در حوزه‌ی شبکه‌های تلفن همراه مانند معماری ¹⁷UE بیان می‌شود. در **فصل ۳**، به معرفی و بررسی کارهای پیشین انجام شده در این حوزه پرداخته خواهد شد. در **فصل ۴**، روش پیشنهادی این پژوهش ارائه خواهد شد که شامل استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از درایو تست ¹⁸، مدل‌سازی کانال، و به‌کارگیری روش‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی دقیق‌تر و بهبود عملکرد شبکه است. در **فصل ۵** نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های متعدد روش پیشنهادی را تحلیل کرده و در نهایت در **فصل ۶** به جمع‌بندی این پژوهش خواهیم پرداخت.

¹⁷User Equipment

¹⁸Drive Test

فصل ۲

مفاهیم پایه‌ای

در ابتدای هر فصل از پایان‌نامه، سعی کنید نخست بدون هرگونه Section، به طور خلاصه بگویید که قرار است در این فصل در مورد چه چیزی صحبت کنید. به عنوان مثال در این فصل، نخست در **بخش ۱.۲**، در مورد محیط‌های مختلفی که می‌توانید در استایل بوستان از آن استفاده کنید، صحبت خواهیم کرد. سپس در **بخش ۲.۲**، در مورد نحوه وارد کردن یک کد در متن سخن به میان خواهد آمد.

۱.۲ محیط‌های مختلف در استایل بوستان

کنون ای خردمند وصف خرد بدین جایگه گفتن اندر خورد کنون تا چه داری بیار از خرد که گوش نیوشنده زو بر خورد خرد بهتر از هر چه ایزد بداد ستایش خرد را به از راه داد خرد رهنمای و خرد دلگشای خرد دست گیرد به هر دو سرای ازو شادمانی وزویت غمیست وزویت فزونی وزویت کمیست خرد تیره و مرد روشن روان نباشد همی شادمان یک زمان چه گفت آن خردمند مرد خرد که دانا ز گفتار از بر خورد.

۱.۱.۲ محیط نکات

نکته

شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است.

$$A = B + \sin(x) \quad (۱.۲)$$



در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی‌تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت‌های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

کسی کو خرد را ندارد ز پیش دلش گردد از کرده خویش ریش هشیوار دیوانه خواند و را همان خویش بیگانه داند و را ازویی به هر دو سرای ارجمند گسسته خرد پای دارد ببند خرد چشم جانست چون بنگری تو بی چشم شادان جهان نسپری نخست آفرینش خرد را شناس نگهبان جانست و آن سه پاس سه پاس تو چشم است و گوش و زبان کزین سه رسد نیک و بد بی گمان خرد را و جان را که یارد ستود و گر من ستایم که یارد شنود حکیم چو کس نیست گفتن چه سود ازین پس بگو کافرینش چه بود تویی کرده کردگار جهان ببینی همی آشکار و نهان به گفتار داندگان راه جوی به گیتی بپوی و به هر کس بگوی ز هر دانشی چون سخن بشنوی از آموختن یک زمان نغوی چو دیدار یابی به شاخ سخن بدانی که دانش نیاید به بن.

سوال

شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی‌تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت‌های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.



از آغاز باید که دانی درست سرمایه گوهرا از نخست که یزدان ز ناچیز چیز آفرید بدان تا توانایی آرد پدید سرمایه گوهرا این چهار برآورده بی‌رنج و بی‌روزگار یکی آتشی برشده تابناک میان آب و باد از بر تیره خاک نخستین که آتش به جنبش دمید ز گرمیش پس خشکی آمد پدید وزان پس ز آرام سردی نمود ز سردی همان باز تری فزود چو این چار گوهر به جای آمدند ز بهر سپنجی سرای آمدند گهرها یک اندر دگر ساخته ز هرگونه گردن برافراخته پدید آمد این گنبد تیزرو شگفتی نماینده نوبه‌نو ابر ده و دو هفت شد کدخدای گرفتند هر یک سزاوار جای.

مراجع مفید

شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است.

```
for i:=maxint to 0 do
begin
{ do nothing }
end;
```



در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

مطالب بیشتر

شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.



$$A = B + \sin(x) \quad (۲.۲)$$

نکات مهم

شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.



نکات مهم



شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی‌تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت‌های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

۲.۱.۲ محیط‌های ریاضی

کارکرد لاتک مبتنی بر این اندیشه است که نویسندگان باید قادر باشند بر نوشتن در درون ساختار منطقی متن‌شان تمرکز کنند، نه اینکه وقت خود را برای کار کردن بر روی جزئیات شکل‌دهی صرف کنند.

تعریف ۱.۲ شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است.

کارکرد لاتک مبتنی بر این اندیشه است که نویسندگان باید قادر باشند بر نوشتن در درون ساختار منطقی متن‌شان تمرکز کنند، نه اینکه وقت خود را برای کار کردن بر روی جزئیات شکل‌دهی صرف کنند.

تعریف ۲.۲ شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است.

کارکرد لاتک مبتنی بر این اندیشه است که نویسندگان باید قادر باشند بر نوشتن در درون ساختار منطقی متن‌شان تمرکز کنند، نه اینکه وقت خود را برای کار کردن بر روی جزئیات شکل‌دهی صرف کنند.

مثال ۱.۲ شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است.

کارکرد لاتک مبتنی بر این اندیشه است که نویسندگان باید قادر باشند بر نوشتن در درون ساختار منطقی متن‌شان تمرکز کنند، نه اینکه وقت خود را برای کار کردن بر روی جزئیات شکل‌دهی صرف کنند.

مثال ۲.۲ شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است.

حل شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی‌تواند از خود

دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

کارکرد لاتک مبتنی بر این اندیشه است که نویسندگان باید قادر باشند بر نوشتن در درون ساختار منطقی متن شان تمرکز کنند، نه اینکه وقت خود را برای کار کردن بر روی جزئیات شکل دهی صرف کنند.

نکته ۱.۲

شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است.

کارکرد لاتک مبتنی بر این اندیشه است که نویسندگان باید قادر باشند بر نوشتن در درون ساختار منطقی متن شان تمرکز کنند، نه اینکه وقت خود را برای کار کردن بر روی جزئیات شکل دهی صرف کنند.

کارکرد لاتک مبتنی بر این اندیشه است که نویسندگان باید قادر باشند بر نوشتن در درون ساختار منطقی متن شان تمرکز کنند، نه اینکه وقت خود را برای کار کردن بر روی جزئیات شکل دهی صرف کنند.

قضیه ۱.۲

شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

قضیه ۲.۲

شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

اثبات. شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

لم ۱.۲. شهر مردگان، شهر انسان های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

اثبات لم. شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی‌تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت‌های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

□

یادآوری

شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی‌تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت‌های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

تمرین

شهر مردگان، شهر انسان‌های «بی دفاع» است. این تعبیر اقتباس از قرآن کریم است که «غیبت» را خوردن گوشت «مرده» خوانده است. در تفاسیر آمده است که خداوند «انسان بی دفاع» را که به دلیل عدم حضور در مجلس بدگویی نمی‌تواند از خود دفاع کند، «مرده» دانسته است. پس آنجا که نسبت‌های ناروا دادن مباح، و دفاع کردن ممنوع است، در حقیقت «شهر مردگان» است.

۲.۲ وارد کردن کد در متن

مثالی از نوشتن کد مطلب درون یک نوشتار:

```
1 clc
2 clear all
3 close all
4
5 % define a continuous function
6 f = '4*sin(2*pi*t)';
7
8 % plot a figure
9 ezplot(f);
```

در این مثال یک کد MATLAB دیگر وارد می‌کنیم، با این تفاوت که می‌خواهیم یکسری از کلمات کلیدی را مشخص کنیم که لاتک آن‌ها را با رنگی به خصوصی نشان دهد.

```
1 % Initialization
2 clc
3 clear all
4 close all
```



```

5
6 n = 100000;
7 p = .5;
8 means = binornd(n,p,1000,1);

```

مثالی دیگر از نوشتن کد مطلب در یک نوشتار. فقط در این حالت می‌خواهیم برخی از تنظیمات پیش فرض را که قبل از شروع نوشتار تعیین کرده ایم، تغییر دهیم.

```

1 clc
2 clear all
3 close all
4
5 % Define a continuous function
6 f = '4*sin(2*pi*t)';
7
8 % Sampling frequency
9 Fs = .05;
10
11 % duration = 1 sec (0 to 1 sec)
12
13 % Number of samples
14 symNum = 1/Fs;
15
16 % Samples
17 samples = zeros(1,symNum);
18
19 % Sampling
20 counter = 1;
21 for t=0:.05:1
22
23     samples(counter) = subs(f,t);
24     counter = counter + 1;
25
26 end

```

در ضمن شما می‌توانید حتی در خود همین نوشتار اصلی خود کد مورد نظرتان را بنویسید.

```

1 // calculate  $a_{ij}$ 
2  $a_{ij} = a_{jj}/a_{ij} + \alpha$ ;

```

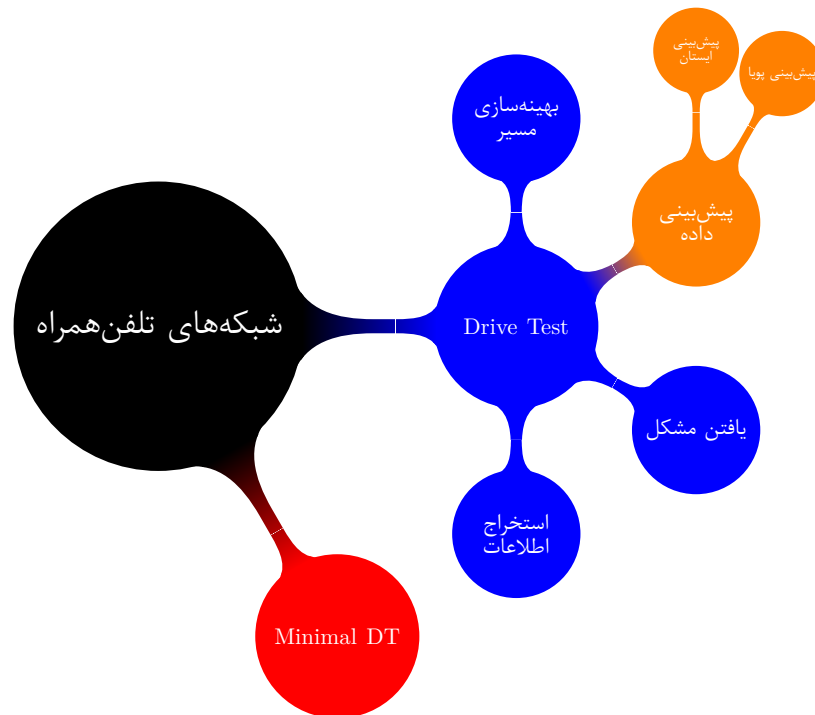
فصل ۳

مروری بر کارهای پیشین

در این فصل، به بررسی مقالات و مطالعاتی که به طور مستقیم یا غیرمستقیم با موضوع پژوهش حاضر مرتبط هستند، می‌پردازیم. تا یک دید جامع از مطالعات و مقالاتی که در زمینه‌های مرتبط با پژوهش حاضر انجام شده‌اند، به ما ارائه دهد. این بررسی به ما کمک می‌کند تا ضمن شناسایی روش‌ها و مدل‌های موجود، نقاط قوت و ضعف آنها را درک کرده و جایگاه پژوهش خود را در میان آنها مشخص کنیم. همچنین، این مرور به برجسته‌سازی اهمیت تحقیق حاضر و نحوه بهبود یا تکمیل کارهای پیشین کمک می‌کند. مسئله‌ی بهینه‌سازی شبکه‌های تلفن همراه از جنبه‌های مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است که می‌توان آن‌ها را در دسته‌بندی‌های گوناگونی قرار داد. از دیدگاه جمع‌آوری داده به جهت بهینه‌سازی، می‌توان آن را به دو دسته‌ی جمع‌آوری داده سمت UE و جمع‌آوری داده سمت شبکه دسته‌بندی کرد. عملیات درایو تست از جمله روش‌های جمع‌آوری داده سمت UE و ¹MDT از جمله روش‌های جمع‌آوری داده سمت شبکه است. در [شکل ۱.۳](#) حوزه‌های مختلف بهینه‌سازی که در ادامه‌ی این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند، قابل مشاهده است.

از آغاز باید که دانی درست سرمایه‌گوه‌ران از نخست که یزدان ز ناچیز چیز آفرید بدان تا توانایی آرد پدید سرمایه‌گوه‌ران این چهار برآورده بی‌رنج و بی‌روزگار یکی آتشی برشده تابناک میان آب و باد از بر تیره خاک نخستین که آتش به جنبش دمید ز گرمیش پس خشکی آمد پدید وزان پس ز آرام سردی نمود ز سردی همان باز تری فزود چو این چار گوهر به جای آمدند ز بهر سپنجی سرای آمدند گهرها یک اندر دگر ساخته ز هرگونه گردن برافراخته پدید آمد این گنبد تیزرو شگفتی نماینده نوبه‌نو ابر ده و دو هفت شد کدخدای

¹Minimization of Drive Test



شکل ۱.۳: حوزه‌های بهینه‌سازی شبکه‌های تلفن همراه از دیدگاه جمع‌آوری داده



Yuliarman Saragih [6] (د)



Peerapong Uthansakul [5] (ج)



Marco Sousa [4] (ب)



L. Medriavin Silalahi [3] (ا)

گرفتند هر یک سزاوار جای.

۱.۳ دیدگاه‌های دسته بندی کارهای پیشین

۲.۳ ملاک های ارزیابی و مقایسه

۳.۳ مرور مطالعات موجود

۴.۳ جمع بندی

البته شامل یک جدول مقایسه ای هم باشد با توجه به دیدگاه های دسته بندی و ملاک ها

فصل ۴

شرح روش پیشنهادی

در این فصل، قصد داریم روشی برای بهینه‌سازی مسیر انجام درایو تست ارائه دهیم که با استفاده از آن، دیگر نیازی به بررسی تمامی موقعیت‌ها و نقاط جغرافیایی یک ناحیه از نقشه نیست و می‌توان با پیمایش یک مسیر کوتاه‌تر، به جمع‌آوری داده‌هایی که نشان‌دهنده‌ی وضعیت سیگنال در آن ناحیه هستند، پرداخت.

در ابتدا، مدل سامانه و فرضیات مساله در **بخش ۱.۴** مورد بررسی قرار می‌گیرد و پس از آن، در **بخش ۲.۴**، روش پیشنهادی در چهار گام تشریح می‌شود. این رویکرد به گونه‌ای طراحی شده است تا عملگرهای شبکه‌های تلفن همراه بتوانند با بهبود فرآیند جمع‌آوری داده‌ها، کارایی و بهره‌وری عملیات درایو تست را افزایش دهند و به طور همزمان هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای انجام این عملیات‌ها را کاهش دهند.

۱.۴ مدل سامانه و فرضیات

۲.۴ تشریح روش پیشنهادی

جدول ۱.۴: فهرست نمادها

نماد	توضیحات
$W \times H$	ابعاد بخش مستطیلی از نقشه
K	تعداد ناحیه‌های مستطیلی کوچک
N	تعداد کل نقاط بحرانی انتخاب شده برای درایو تست
M	حداکثر تعداد نقاط بحرانی‌ای انتخاب شده در هر ناحیه
B^i	مجموعه‌ی ایستگاه‌های پایه ناحیه i -ام
P^i	مجموعه‌ی نقاط بحرانی ناحیه i -ام
$\mathbb{C}(i, d_i)$	دایره‌ای به مرکز نقطه‌ی مرکزی ناحیه‌ی i -ام و شعاع d_i به اندازه‌ی قطر این ناحیه‌ی مستطیلی
O^i	اجتماع ایستگاه‌های پایه و نقاط بحرانی ناحیه‌ی i -ام در دایره‌ی $\mathbb{C}(i, 0.7d_i)$
(lat, lon)	مختصات نقطه‌ای در دستگاه مختصات جغرافیایی
lat_{\min}^i	حداقل عرض جغرافیایی نقاط ناحیه‌ی i -ام
lon_{\max}^i	حداکثر طول جغرافیایی نقاط ناحیه‌ی i -ام

قضیه ۱.۴

در صورتی که نسبت جابه‌جایی بین دو اندازه‌گیری متوالی با فاصله یکی از آن‌ها به اندازه کافی کوچک باشد، می‌توان نتیجه گرفت که $d_{i+1} \approx d_i$.

اثبات. مثلث مشخص شده در را یک بار دیگر در نظر بگیرید. از روابط مثلثاتی می‌دانیم که

$$l_{i,i+1}^2 = d_{i+1}^2 + d_i^2 - 2d_i d_{i+1} \cos \alpha, \quad (1.4)$$

که در آن $l_{i,i+1}$ بیانگر میزان جابه‌جایی بین دو اندازه‌گیری متوالی است.

■

اکنون لم زیر را بدین منظور در نظر بگیرید.

لم ۱.۴. متغیر تصادفی P^d از توزیع گاوسی^۲ با میانگین^۳ صفر و انحراف استاندارد^۴ $\sqrt{2}\sigma$ پیروی می‌کند.

اثبات لم. می‌دانیم که $n_i \sim \mathcal{N}(0, \sigma)$ و برای نوین

□

¹Random Variable

²Gaussian Distribution

³Average

⁴Standard Deviation

الگوریتم ۱ حل تقریبی مسئله TSP

Input: N Critical points, K partitions.

Output: Approximate TSP solution.

```
1: Initialize  $curPart \leftarrow$  bottom-left partition
2: Initialize  $curPoint \leftarrow$  a random point in  $curPart$ 
3: Mark  $curPoint$  as visited
4: repeat
5:   while unvisited points in  $curPart$  do
6:     Find nearest point  $nextPoint$  to  $curPoint$ 
7:     Mark  $nextPoint$  as visited
8:      $curPoint \leftarrow nextPoint$ 
9:   end while
10:  if unvisited partitions remain then
11:    Move to next partition (spiral/row-by-row)
12:     $curPart \leftarrow$  next partition
13:    Find nearest point in  $curPart$  to  $curPoint$ 
14:     $curPoint \leftarrow$  this nearest point
15:    Mark  $curPoint$  as visited
16:  end if
17: until all points visited
```

نمایی از الگوریتم پیشنهادی به صورت سودوکد در ۱ نشان داده شده است.

فصل ۵

شبیه‌سازی

- ۱.۵ محیط آزمایش و تنظیمات
- ۲.۵ کارهای مورد مقایسه
- ۳.۵ معیارهای سنجش کارایی
- ۴.۵ آزمایش‌ها و تحلیل نتایج
- ۵.۵ جمع بندی

فصل ۶

نتیجه‌گیری و کارهای آینده

در این فصل نخست در **بخش ۱.۶**، به‌عنوان نتیجه‌گیری مروری بر آنچه که گفته شد، صورت خواهد پذیرفت. در ادامه نیز در **بخش ۲.۶**، مسائل باز این حوزه و پیشنهاداتی برای کارهای آینده، ارائه خواهد شد.

۱.۶ نتیجه‌گیری

۲.۶ کارهای آینده

- [1] GSMA, "The Mobile Economy 2024," [Online], Available: <https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/mobile-economy/wp-content/uploads/2024/02/260224-The-Mobile-Economy-2024.pdf>, 2024.
- [2] Globenewswire, "LTE Achieves 4 Billion Connections Worldwide at end of 2018 — 47% of all Cellular Connections," [Online], Available: <https://www.globenewswire.com/news-release/2019/03/20/1758189/0/en/LTE-Achieves-4-Billion-Connections-Worldwide-at-end-of-2018-47-of-all-Cellular-Connections.html>, 2019.
- [3] L. M. Silalahi, S. Budiyo, F. A. Silaban, I. U. V. Simanjuntak, and A. D. Rochendi, "Improvement of quality and signal coverage lte in bali province using drive test method," in *2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, pp.376–380, IEEE, 2021.
- [4] M. Sousa, A. Alves, P. Vieira, M. P. Queluz, and A. Rodrigues, "Analysis and optimization of 5g coverage predictions using a beamforming antenna model and real drive test measurements," *IEEE Access*, vol.9, pp.101787–101808, 2021.
- [5] S. Charoenlap and P. Uthansakul, "Prediction of interference areas for 3g network based on drive test and throughput data," in *2016 13th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, pp.1–5, IEEE, 2016.
- [6] O. M. Aprillia, Y. Saragih, I. Lammada, E. S. Agatha, A. Wijaya, and N. T. Nhu Van, "Rf 4g network performance result based on android drive test collection tools automatically extracted by yaiao application at the universitas singaperbangsa karawang case study," in *2020 3rd International Conference on Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT)*, pp.291–295, 2020.

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

Q

Quality of Service کیفیت خدمت

A

Average میانگین

Architecture معماری

R

Random Variable متغیر تصادفی

C

Call تماس

Cloud Computing رایانش ابری

S

Standard Deviation انحراف استاندارد

D

Delay تاخیر

Drive Test درایو تست

G

Gaussian Distribution توزیع گاوسی

P

Packet Switch کلیدزنی بسته‌ای

Penetration Coefficient ضریب نفوذ

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

ک

ا

Packet Switch کلیدزنی بسته‌ای Standard Deviation انحراف استاندارد
Quality of Service کیفیت خدمت

ت

م

Delay تاخیر
Random Variable متغیر تصادفی Call تماس
Architecture معماری Gaussian Distribution توزیع گاوسی
Average میانگین

د

Drive Test درایو تست

ر

Cloud Computing رایانش ابری

ض

Penetration Coefficient ضریب نفوذ

محیط، ۴

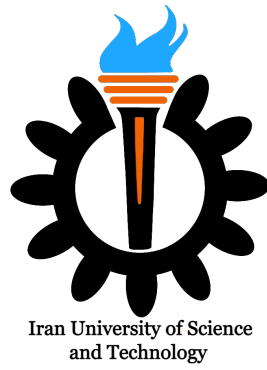
معماری

۴، UE

نکته، ۶

Abstract

Key Words:



School of Computer Engineering

Computer Networks Group

Title

Master's Thesis

In the field of Computer Engineering—Computer Networks

Name

Advisor

Dr.

June 2023