نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال هفتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۸

Vol.7, No.2, Summer 2019

۴۳-۶۲

مقاله پژوهشی

این مقاله در دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی به‌عنوان مقالهٔ برگزیده انتخاب شده است که پس از تکمیل، داوری مجدّد و اخذ پذیرش در این شماره از نشریه به چاپ می‌رسد.

مقایسه انواع تارگت‌های مورداستفاده در برنامه‌های مبتنی بر واقعیت افزوده در *GIS* فراگستر

مینا کریمی[1*]، ابوالقاسم صادقی نیارکی[2]، علی حسینی نوه احمدآبادیان[3]

۱- کارشناس ارشد، مهندسی سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

۲- استادیار گروه سیستم اطلاعات جغرافیایی- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۳- استادیار گروه فتوگرامتری و سنجش از دور- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله ۱۳۹۶/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶

چکیده

انجام حفّاری نیازمند داشتن اطلاعات دقیق از وضعیت تأسیسات است؛ زیرا حفاری‌های اشتباه خسارت‌های فراوانی را به همراه دارد. با استفاده از فناوری واقعیت افزوده در نسل جدیدی از سیستم اطلاعات مکانی به نام سیستم اطلاعات مکانی فراگستر، می‌توان این زیرساخت‌ها را در تلفن‌های همراه هوشمند بصری‌سازی نمود. حسگرهای موجود در تلفن همراه، دقت موردنیاز برای نمایش تأسیسات را فراهم نمی‌کنند. روش‌های مبتنی بر دید، روش‌های محبوبی برای جمع‌آوری داده‌های مرتبط با وضعیت دوربین هستند. برخی از سیستم‌های دید، اشیا را از طریق پردازش تصویر محیط‌های طبیعی ردیابی می‌کنند که در یک محیط ناآشنا بسیار دشوار خواهد بود. امروزه بیشتر سیستم‌های دید با هدف شناسایی تارگت‌ها طراحی شده‌اند. هدف این مقاله مقایسه انواع تارگت‌های مختلفی است که می‌توانند در برنامه‌های مبتنی بر واقعیت افزوده استفاده شوند. بدین منظور در محوطه دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه خواجه‌نصیرالدین‌طوسی از تارگت‌های هر دو نرم‌افزار ای‌جی‌سافت و استرالیس در ۶ زاویه مختلف عکس‌برداری و نتایج بازشناسی آن‌ها تحلیل گردید. مقایسه‌ها نشان می‌دهد، کیوآرکد به دلیل محدودیت فاصله جهت قرائت، مناسب نیست، زیرا در کاربردهای واقعیت افزوده، تارگت‌ها باید در میدان دید وسیعی باشند. هم‌چنین تارگت‌های مربعی به دلیل آن‌که بازشناسی آن‌ها سخت‌تر است، خیلی مناسب نیستند. بنابراین بهتر است از فیدوشال مارک‌ها استفاده نشود. تارگت‌های دایره‌ای بهترین نوع تارگت برای برنامه‌های واقعیت افزوده، در کاربرد بصری‌سازی زیرساخت‌ها است. از بین تارگت‌های دایره‌ای نیز تارگت‌های کددار، هرچند در تصاویر با زاویه فرود خیلی کم به راحتی قابل تشخیص نیستند؛ اما در عوض، درصد تشخیص اشتباه عوارض دیگر به عنوان تارگت به جای آن‌ها، وجود ندارد. قابل ذکر است که تارگت دایره‌ای از نوع ساده و بدون کد، درصد تشخیص اشتباه بسیار زیادی دارد. همچنین نتایج مقایسه دقت تعیین وضعیت دوربین در بصری‌سازی تأسیسات با هر دو روش مبتنی بر دید و مبتنی بر حسگر نشان می‌دهد، روش مبتنی بر دید، دقت را در مؤلّفه‌های مختصاتی به طور متوسط به اندازه ۸/۱۰۲۶۰ متر و در مؤلّفه‌های زاویه‌ای به اندازه ۱۰/۳۶ درجه بهبود می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: تارگت، سیستم اطلاعات مکانی فراگستر، واقعیت افزوده، زیرساخت‌های زیرزمینی، ای‌جی‌سافت، استرالیس.

* نویسنده مکاتبه کننده: : تهران، خیابان ولیعصر(عج)، تقاطع میرداماد، دانشکده مهندسی عمران و نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تلفن: ۰۹۳۶۳۳۵۶۷۰۶

Email: minakarimi@email.kntu.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

۱- مقدمه

سازمان‌های مرتبط با زیرساخت‌های زیرزمینی شهری شامل زیرساخت برق، گاز، آب و فاضلاب و مخابرات مسئول پایش، تعمیر، نگه‌داری و ارائه خدمات هستند و برای مدیریت زیرساخت‌های خود به سیستم اطلاعات مکانی (*GIS*[1]) وابسته‌اند[۱]. در بسیاری از موارد حفاری‌های اشتباه ممکن است خسارت‌های جبران ناپذیری را ایجاد کند. ازآنجاکه حدود ۸۰ درصد از اطلاعات موجود در دنیای واقعی ماهیت مکانی دارند؛ *GIS* نیز متأثر از رویکردهای رایانش فراگستر متحول شده است[۲]. بنابراین سیستم اطلاعات مکانی فراگستر (*UBGIS*[2]) را می‌توان نسل جدیدی از *GIS* دانست که با بهره‌گیری از رایانش فراگستر، توانسته مفاهیم بسیار جدید و ارزشمندی را ایجاد نماید [۳]. رایانش فراگستر می‌تواند با ارائه راهکارهای مناسب از بروز خسارت‌های مختلف در تأسیسات جلوگیری کند. یکی از راهکارها به‌کارگیری فناوری واقعیت افزوده به‌منظور بصری‌سازی تأسیسات قبل از حفاری است. امروزه افزایش قدرت پردازش و دارا بودن حسگرهای مختلف نظیر سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای (*GPS*[3])، شتاب سنج، ژیروسکوپ، قطب‌نما، دوربین و صفحه نمایش در تلفن‌های همراه، سبب گسترش فناوری واقعیت افزوده (*AR*[4]) شده است [۴].

واقعیت افزوده، اطلاعات را در قالب محتویات دنیای واقعی به نمایش می‌گذارد. برای این کار سیستم نیاز دارد بداند کاربر در کجا قرار دارد و در حال نگاه‌کردن به چه چیزی است. به‌طورمعمول کاربر واقعیت افزوده را توسط یک نمایشگر که تصویر دوربین را به همراه اطلاعات افزوده‌شده به آن نشان می‌دهد، می‌بیند. درنتیجه در عمل سیستم نیاز دارد موقعیت و جهت دوربین را تشخیص دهد. واژه ردیابی در حقیقت محاسبه موقعیت جهت‌گیریِ بی‌درنگِ دوربین است. این امر یکی از بخش‌های اولیه واقعیت افزوده است [۵].

روش‌های مختلفی برای ردیابی دوربین وجود دارد که می‌توان آن‌ها را به سه دسته ردیابی با استفاده از حسگر، ردیابی با استفاده از تصویر و روش‌های ترکیبی تقسیم‌بندی کرد. حسگرهای موجود در تلفن همراه دقت موردنیاز برای نمایش تأسیسات را در فضای بیرون فراهم نمی‌کنند. بنابراین باید از روش‌های ردیابی ماشین بینایی و مبتنی بر دید[5] که ردیابی جهت دقیق‌تر و پایدارتری را فراهم می‌کنند، استفاده نمود. از آن‌جایی که در اکثر سیستم‌های واقعیت افزوده دوربین بخشی از سیستم است، ردیابی با استفاده از تصویر از اهمیت بالایی برخوردار است. استفاده از ماشین بینایی برای به‌روزرسانی موقعیت در محیط‌های نامحدود چالش‌برانگیزتر است [۶]. سیستم در ردیابی با استفاده از تصویر، موقعیت دوربین را برحسب آنچه از دوربین مشاهده می‌شود محاسبه می‌کند. در یک محیط ناآشنا این امر بسیار دشوار خواهد بود و مدت زمانی طول می‌کشد تا دوربین بتواند به‌قدر کافی برای محاسبه موقعیت دوربین اطلاعات جمع کند، درنتیجه سیستم به‌راحتی در زمان جابجا می‌شود. به‌علاوه، یافتن نسبت ابعاد صحیح تنها برحسب تصویر دوربین امکان‌پذیر نیست [۷]. بااین‌حال، با قرارگیری استراتژیک تارگت‌های بصری در محیط، یک ردیابی موقعیت با برد کوتاه خیلی دقیق اثبات شده است[۶]. به‌عبارت‌دیگر تصویری که به‌راحتی قابل‌شناسایی است و از قبل تعریف‌شده در محیط قرار داده شود و با استفاده از تکنیک‌های تصویری بازشناسی شود. یک نشانه چنین تصویر یا علامتی است که یک سیستم رایانه‌ای می‌تواند آن را در یک تصویر با استفاده از پردازش آن، یافتن الگو و تکنیک‌های رایانه‌ای پیدا کند. وقتی‌که این نشانه پیدا شد می‌تواند موقعیت دوربین و ابعاد مناسب را مشخص کند [۷].

[1] *Geospatial Information System*
[2] *Ubiquitous Geospatial Information System*
[3] *Global Positioning System*
[4] *Augmented Reality*
[5] *Vision-based*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

هدف این مقاله مقایسه انواع تارگت‌های مورداستفاده در واقعیت افزوده است تا به کمک آن بتوان وضعیت دوربین را در *UBGIS* با دقت خوبی برآورد کرده و دقت بصری‌سازی زیرساخت‌های زیرزمینی با استفاده از واقعیت افزوده را افزایش داد. بدین منظور در محوطه دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی از تارگت‌های هر دو نرم‌افزار ای جی سافت[1] و استرالیس[2] در ۶ زاویه مختلف عکس‌برداری شد و نتایج بازشناسی در هر دو نرم‌افزار بررسی و تحلیل شد. برای دستیابی به این هدف در این مقاله ابتدا در بخش ۲ مروری روی کارهای پیشین صورت گرفته است. در بخش ۳ برخی مفاهیم مرتبط با *UBGIS* شامل محیط آگاهی و واقعیت افزوده تشریح شده است. انواع مختلف تارگت‌های مورداستفاده در واقعیت افزوده در بخش ۴ ارائه و مقایسه بین آن‌ها در بخش ۵ انجام شده است. در بخش ۶ پیاده‌سازی روش پیشنهادی به‌طور مفصل بیان شده است. در بخش ۷ نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات تحقیق ارائه شده است.

۲- مروری بر تحقیقات پیشین

تاکنون تحقیقات گسترده‌ای درزمینه به‌کارگیری فناوری واقعیت افزوده در زیرساخت‌ها و نیز استفاده از انواع تارگت‌ها در واقعیت افزوده انجام شده است. اسکال[3] بر روی تحقیقات در سیستم‌های اطلاعاتی نسل جدید برای شرکت‌های خدمات رفاهی تمرکز کرد و قابلیت‌هایی را برای بازرسی و برنامه‌ریزی در محل ایجاد نمود. وی از فناوری واقعیت افزوده برای بصری سازی در محل ویژگی‌های هندسی و معنایی مدل‌های سه‌بعدی مکانی در دستگاه‌های واقعیت افزوده دستی، متحرک و مکان آگاه نظیر ویدنته[4]، استفاده نمود [۸]. زولمان و همکاران[5] از *AR* برای بصری‌سازی تأسیسات در محل به‌منظور بازرسی استفاده کردند. یکی از چالش‌های بصری‌سازی *AR*، ایجاد پیوند بصری‌سازی *AR* و پایگاه داده مکانی است که اصلاحات تعاملی را اجازه می‌دهد. این چالش در کار آن‌ها با مدیریت داده بین این دو و معرفی یک معماری سه لایه‌ای حل شده است [۹]. هاف و همکارش[6] یک تکنیک ثبت[7] مبتنی بر دید برای واقعیت افزوده ارائه کردند. سیستم آن‌ها مجموعه‌ای از تارگت‌های فیدوشالی غیرفعال جایگذاری شده روی اشیاء دنیای واقعی را موقعیت‌یابی و ردیابی می‌کند [۱۰]. در یک پژوهش انواع سیستم‌هایی که از فیدوشال مارک‌ها استفاده می‌کنند؛ شکل فیدوشال مارک (دایره یا مربع) و برخی از مزایا و معایب هریک از سیستم‌ها ارائه شده است[۱۱].

کن و همکاران[8] کیوآرکد[9] را به‌عنوان یک نشانه در نظرگرفتند که نه‌تنها برای ردیابی و شناسایی، بلکه برای انتقال هر نوع اطلاعاتی استفاده می‌شود و با تلفیق کیوآرکد و *AR*، یک سیستم آزمایشی محصول[10] را توسعه دادند. کیوآرکد در بسته یک محصول قرار داده می‌شود و سپس یک شیء مجازی سه‌بعدی نمایش داده می‌شود [۱۲]. آگوستا[11]و همکاران، نشانه‌های متداول و الگوریتم شبکه عصبی انتشار به عقب[12] را در شناسایی الگوی یابنده کیوآرکد ها ترکیب کردند، سپس این روش را در یک سیستم واقعیت افزوده استفاده کردند [۱۳].

تارگت کددار که نخستین بار توسط رکیموتو[13] مطرح شد، یک مارکر ماتریس دوبعدی (بارکد مربعی شکل) بوده و می‌تواند تعداد زیادی شیء را شناسایی کند. هم‌چنین به‌عنوان یک لندمارک برای ثبت اطلاعات در دنیای واقعی عمل کرده و سیستم مختصات آن‌ها را برآورد می‌کند [۱۴]. این تارگت‌های تجاری برای

[1] *Agisoft*
[2] *Australis*
[3] *Schall*
[4] *Vidente*
[5] *Zollmann et al*
[6] *Hoff et al*
[7] *Registration*
[8] *Kan et al*
[9] *QR code*
[10] *Product demo system*
[11] *Agusta*
[12] *Back Propagation*
[13] *Rekimoto*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

کاربردهای واقعیت افزوده که از دوربین تلفن‌های همراه استفاده می‌کنند؛ طراحی شدند [۱۱]. مایده و همکاران یک الگوریتم بلادرنگ و دقیق ترازیابی بر اساس تارگت‌های کددار مربعی ارائه کردند و پارامترهای وضعیت دوربین را با استفاده از روشی ترکیبی و یک روش مستقیم با کمک فیلتر کالمن محاسبه نمودند و این الگوریتم را در برنامه واقعیت افزوده به‌کار بردند [۱۵]. فوربز و همکاران[1] یک روش کالیبراسیون دوربین دقیق، ارزان و خودکار ارائه کردند و از تارگت های کددار دایره‌ای به‌عنوان نقاط کنترل برای تعیین وضعیت دوربین استفاده نمودند. [۱۶]. پگنی و همکاران[2] یک سیستم جدید با استفاده از مارکرهای دایره‌ای به‌منظور برآورد وضعیت یک دوربین ارائه کردند. روش آن‌ها وضعیت را فقط از یک مارکر دایره‌ای محاسبه می‌کند و نیازی ندارد نقاط خاصی از مارکر (نظیر مرکز یا آکس جهت) نشان داده شوند [۱۷].

اخیراً امین و همکاران[3] مقایسه‌ای روی انواع بسته‌های توسعه نرم‌افزاری (*SDK*[4]) مورد استفاده در برنامه‌های واقعیت افزوده انجام دادند. هر یک از این *SDK* ها از تارگت‌های خاص خود استفاده می‌کند. در روش آن‌ها مقایسه بین تارگت‌های به کاربرده شده صورت نگرفته و تنها به نوع تارگت مورد استفاده در هر *SDK* اشاره شده است [۱۸]. لی و همکاران[5] نیز از تارگت‌های دست ساز خود برای همپوشانی مدل‌های سه‌بعدی حیوانات بر روی تارگت‌های تعریف شده کاربر استفاده نمودند[۱۹]. سوان و همکاران[6] با استفاده از تارگت‌ها به اطلاعات عمق در یک برنامه واقعیت افزوده دست یافتند [۲۰]. در هیچ یک از تحقیقات پیشین مقایسه‌ای بین انواع تارگت‌های مورد استفاده در برنامه‌های واقعیت افزوده صورت نگرفته است. درحالی‌که در این تحقیق انواع تارگت‌ها به صورت تئوری و عملی و از طریق پیاده‌سازی بررسی و مقایسه شده‌اند.

۳- سیستم اطلاعات مکانی فراگستر

UBGIS به‌عنوان نسل جدیدی از *GIS* مفاهیم و فناوری‌های نوینی را در علوم مختلف ایجاد کرده است و می‌تواند کاربردهای زیادی در حوزه زیرساخت‌ها داشته باشد. در *UBGIS* مؤلفه محیط‌آگاهی مهم‌ترین بخش سیستم را تشکیل می‌دهد. رایانش محیط آگاه نوعی فناوری است که اطلاعات را در مورد محیط یک وسیله اخذ و به کار می‌گیرد تا سرویس‌هایی را که برای افراد، مکان، زمان و رویداد خاص مناسب هستند؛ فراهم کند [۲۱]. به‌کارگیری روش‌های مبتنی بر محیط آگاه در فضای فراگستر ضروری است. برای نمونه با استفاده از محیط‌های داخلی نظیر موقعیت و توجیه دستگاه موبایل که از حسگرهای تعیین موقعیت و جهت‌یاب قابل دریافت است بتوان اطلاعات مناسب را از سرور برنامه کاربردی بازیابی و به کاربر نمایش داد. در حال حاضر واقعیت افزوده رابط کاربری قدرتمندی را برای محیط‌های رایانش محیط آگاه فراهم کرده است [۴].

۳-۱- واقعیت افزوده

در گذشته‌ای نه‌چندان دور واقعیت افزوده یک فناوری آزمایشی به‌حساب می‌آمد که به‌ندرت از آزمایشگاه خارج می‌شد. امروزه به دلیل افزایش قدرت پردازش و دارا بودن حسگرهای مختلف نظیر *GPS*، شتاب‌سنج، ژیروسکوپ، قطب‌نما، دوربین و صفحه نمایش در تلفن همراه، فناوری واقعیت افزوده به‌راحتی در اختیار توسعه‌دهندگان و کاربران قرار گرفته است. واقعیت افزوده زمینه‌ای از مطالعات رایانه است که منجر به ترکیب دنیای واقعی و داده‌های ایجادشده توسط کامپیوتر می‌شود [۸]. *AR* می‌تواند شامل به‌کارگیری داده‌های ردیابی متحرک، شناسایی فیدوشال مارک با استفاده از ماشین بینایی و ایجاد محیط‌های کنترل‌شده با هر تعداد حسگر و فعال‌کننده[7] باشد [۲۲].

[1] *Forbes et al*
[2] *Pagani et al*
[3] *Amin et al*
[4] *Software Development Kit*
[5] *Lee et al*
[6] *Swan et al*
[7] *Actuator*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

برخی شرکت‌ها از سیستم‌های *GIS* همراه در بازرسی محلی استفاده می‌کنند، درحالی‌که ارتباط بین داده‌های *GIS* و محیط واقعی در این ابزارها نشان داده نمی‌شود. همچنین مشکل ارجاع‌دهی صحیح تأسیسات در دنیای واقعی وجود دارد و کاربر خودش باید داده‌ها را تفسیر کند. برای رفع این مشکل می‌توان از *AR* به‌عنوان یک رابط کاربری با قابلیت بصری‌سازی بیش‌تر برای توسعه این سیستم‌ها و بصری سازی و دسترسی به داده‌های شبکه‌های تأسیساتی زیرزمینی پیچیده، در محل استفاده نمود [۹]. *AR* هم‌چنین نمایش همپوشانی برتری فراهم می‌کند و مستقیماً برنامه‌ریزی برای اعمال تغییرات موردنیاز با استفاده از ابزارهای تعاملی مکانی متحرک، بدون نیاز به پس پردازش را فراهم می‌کند [۸].

ردیابی و تعیین وضعیت سه‌بعدی اشیاء مسطح، در زمینه کاربردهای واقعیت افزوده به‌خوبی موردبررسی قرارگرفته است. مطابق جدول (۱) روش‌های ردیابی در سیستم‌های واقعیت افزوده متحرک برای کاربردهای شهری به دو دسته تقسیم می‌شوند. در *AR* وضعیت سه‌بعدی برآورد شده اشیاء مسطح غالباً برای افزودن تصاویر کامپیوتری ایجاد شده به دنیای واقعی استفاده شده‌اند. عموماً دو راه در این زمینه وجود دارد: ردیابی مبتنی بر حسگر و ردیابی نوری (مبتنی بر دید) که شامل استفاده از تارگت‌های مختلف و یا ردیابی مشخصه‌های طبیعی است. در استفاده از تارگت نتایج ردیابی پایدار و دقیق است. درمقابل ردیابی عوارض طبیعی آزمایش‌های طبیعی بیش‌تری فراهم می‌کند [۲۳].

جدول ۱: انواع ردیابی برای سیستم‌های *AR* متحرک

روش ردیابی	دسته	زیر دسته	محدودیت‌ها
نوری	بی‌نشانه (مشخصه‌های طبیعی)	ردیابی مبتنی بر لبه ردیابی مبتنی بر الگو (مدل) ردیابی مشخصه‌های سه‌بعدی	دامنه ردیابی محدود [۲۳] کندتر از ردیابی نشانه‌دار [۱۸] نیاز به قدرت پردازش بالا [۱۸] حساس به تغییرات نور (ولی پایدارتر از نشانه‌ها) [۲۳]
	نشانه‌دار	فیدوشال مارک کیوآرکد تارگت کددار	همواره قابل دید [۱۸] دامنه ردیابی محدود [۱۸] نیازمند مهندسی محیط [۲۲] حساس به تغییرات نور [۲۳]
حسگر	موقعیت	*GPS*	محدودیت دقت ۵-۳۰ متر [۱۸] قطع یا بازتاب سیگنال [۱۸] شرایط آب و هوایی [۱۹] ثبات ماهواره‌ها [۱۹] مصرف باتری زیاد [۲۳]
	جهت	واحد اندازه‌گیری اینرسی (*IMU*[1])	دریفت حسگر ژیروسکوپ [۱۹] خطای حسگر قطب‌نما و شتاب‌سنج [۱۹]

۴- انواع تارگت‌ها

سیستم‌های ماشین بینایی مبتنی بر دید روش محبوبی برای جمع‌آوری داده‌های مرتبط با وضعیت دوربین

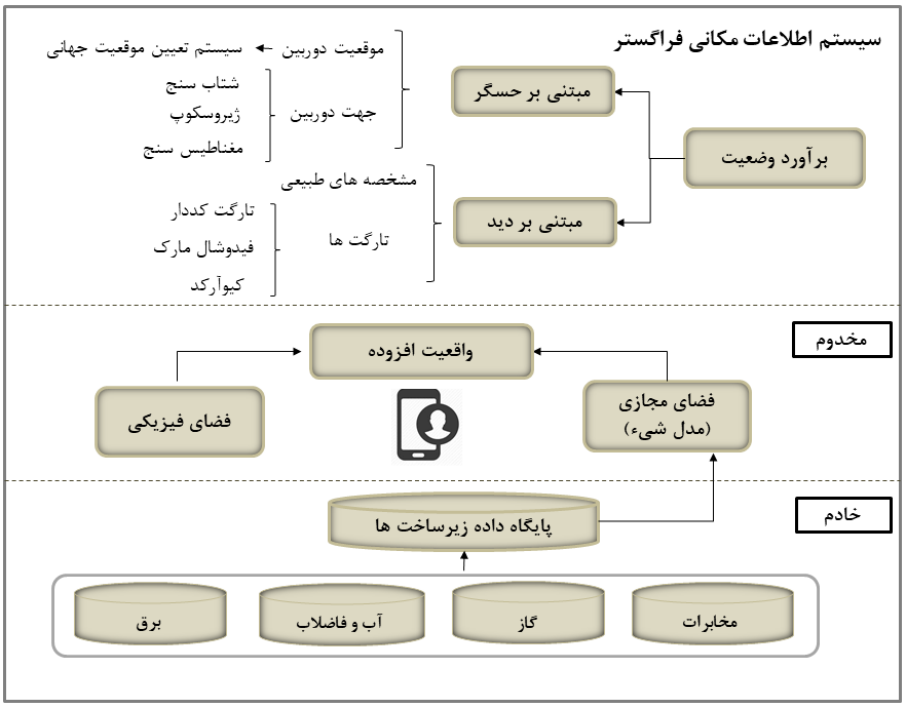
[1] *Inertial Measurement Unit*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

هستند. برخی از سیستم‌های دید، اشیاء را از طریق پردازش تصویر محیط‌های طبیعی ردیابی می‌کنند. درحالی‌که اکثر سیستم‌های دید بیش‌تر به‌منظور تعیین تارگت‌ها طراحی شده‌اند تا این‌که روی تصویر نامحدود[1] عمل کنند. این رویکرد سبب کاهش هزینه‌های اجرا و افزایش اعتمادپذیری در شناسایی و موقعیت‌یابی عوارضی که تارگت‌ها به آن‌ها متصل شده‌اند، می‌گردد [۲۴]. در طول دهه‌های اخیر طیف گسترده‌ای از روش‌ها و تارگت‌های مختلف در زمینه واقعیت افزوده پدیدار شده و با توجه به ویژگی‌های مخصوص به هریک و مزایا و معایبی که دارند، برای یک کاربرد مناسب هستند. برخی از تارگت‌ها برای دستیابی به دقت بالا در بهبود وضعیت دوربین بهینه‌سازی شده‌اند. هدف سایر تارگت‌ها افزایش سرعت شناسایی یا کاهش اثر انسداد در فرآیند شناسایی است [۲۵].

در شکل(۱) پارامترهای مختلف در بصری‌سازی زیرساخت‌های زیرزمینی با استفاده از فناوری واقعیت افزوده نشان داده شده است. برای این منظور لازم است داده‌های مرتبط با تأسیسات از سازمان‌های مختلف آب، برق، گاز، مخابرات در یک پایگاه داده کلی جمع آوری شده و با تلفیق مدل‌های مختلف مجازی ایجاد شده از تاسیسات با دنیای واقعی، می‌توان زیرساخت‌های زیرزمینی را به کمک واقعیت افزوده بصری‌سازی نمود. تعیین پارامترهای موقعیت و جهت (وضعیت) دوربین، مهم‌ترین بخش یک سیستم واقعیت افزوده است که می‌تواند به دو روش مبتنی بر حسگر و مبتنی بر دید انجام شود. در روش اول از حسگرهای تعبیه‌شده در تلفن همراه استفاده می‌شود و در روش دوم تارگت‌های بصری به‌کار گرفته می‌شوند. بنابراین لازم است تارگت مناسب با توجه به کاربرد انتخاب شود.



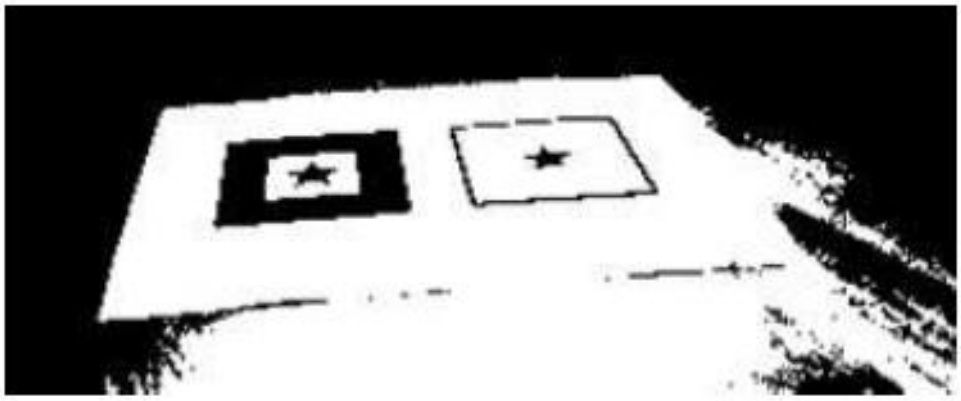
شکل ۱: استفاده از تارگت‌ها در سیستم اطلاعات مکانی فراگستر به‌منظور بهبود دقت واقعیت افزوده

[1] *Unconstraint*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

یک نشانه رایج مناسب، همانی است که سیستم ماشین بینایی می‌تواند با قدرت و قابل‌اعتماد شناسایی کند [۲۵]. تارگت‌ها اغلب از یک زاویه اریب دیده می‌شوند؛ بنابراین تارگت با مرز نازک ممکن است ردیابی گسسته‌ای بدهد که در این صورت فرآیند تخمین وضعیت در ردیابی با شکست مواجه خواهد شد. سیستم ممکن است تصویر را برای اتصال قطعه‌های مجزای خط پردازش کند؛ ولی نیازمند زمان پردازش بیشتری است. درحالی‌که یک مرز ضخیم شناسایی سریع و پایداری را فراهم می‌کند. بنابراین معمولاً تارگت‌های مناسب برای *AR* باید مرز ضخیمی داشته باشند [۱۳]. شکل (۲) تأثیر ضخامت مرز تارگت را در شناسایی آن‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۲: مرزهای ضخیم ردیابی پیوسته، آسان‌تر و پایدارتری را از مرزهای باریک فراهم می‌کنند [۱۳]

در ادامه سه نوع تارگت که در واقعیت افزوده کاربرد دارند؛ بررسی و بین آن‌ها مقایسه‌ای انجام شده است.

۴-۱- فیدوشال مارک (نشانه رایج)

فیدوشال مارک‌ها عموماً برای ردیابی در *AR* به کار گرفته می‌شوند [۲۷] و می‌توانند برآورد وضعیت نسبتاً دقیقی فراهم کنند [۱۱]. شناخته‌شده‌ترین سیستم برآورد وضعیت که از فیدوشال مارک‌ها استفاده می‌کند؛ *ARToolkit* است. *ARToolkit* از دهه ۱۹۹۰ به‌طور گسترده در کاربردهای تحقیقاتی و تجاری استفاده شده است زیرا استفاده آسانی دارد و کدهای آن در دسترس است [۱۱].

این تارگت‌ها توسط اسکنرهای خاصی شناسایی و رمزگشایی می‌شوند [۱۲]. فیدوشال مارک‌ها بر اساس هندسه آن‌ها به الگوهای مربعی یا مستطیلی، الگوهای دایره‌ای و یا الگوهای نقطه‌ای تقسیم می‌شوند[۱۱]. این تارگت‌ها نیازمند شناسایی مطمئن و برآورد وضعیت نسبتاً دقیقی هستند و به‌منظور معلوم کردن اطلاعات در مورد وضعیت اشیاء در صحنه به کار گرفته می‌شوند. حجم داده‌ای که فیدوشال مارک‌ها به‌منظور تمییز از یکدیگر ذخیره می‌کنند؛ کمتر است [۱۱]. مروری بر نشانه‌های پیشین نشان می‌دهد فیدوشال مارک‌های دایره‌ای در مقایسه با فیدوشال‌مارک‌های مربعی ویژگی‌های برآورد وضعیت بهتری را فراهم می‌کند ولی پیاده‌سازی به‌هنگامی بر اساس فیدوشال‌های دایره‌ای به‌صورت رایگان و عمومی در دسترس نیست [۱۱]. در شکل (۳) چند نمونه فیدوشال مارک نمایش داده شده است.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

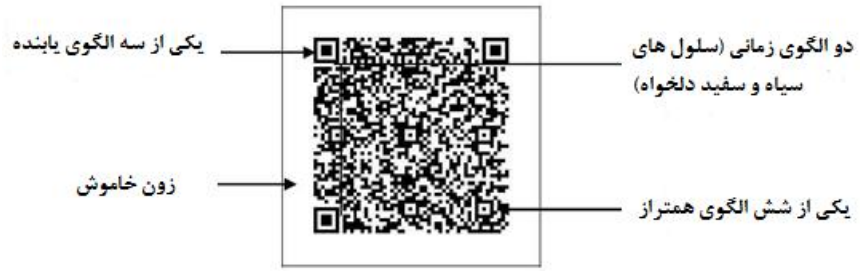
[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

شکل ۳: نمونه‌هایی از فیدوشال مارک‌ها

۴-۲- کیوآرکد

کیوآرکد یک بارکد و رمزگذاری ماتریس دوبعدی است و شامل مربع‌های سیاه و سفید است که ماژول نام دارند [۱۱]. هم‌چنین شامل یک بارکد قابل‌خواندن توسط دستگاه با تگ کردن اطلاعات به محصول هستند این کدها که تاکنون فراوان‌ترین نوعی هستند که توسط تلفن‌های همراه اسکن شده‌اند، اولین بار توسط کورپوریشن[1] توسعه یافت. این تارگت‌ها قابلیت مدیریت انواع داده‌ها نظیر داده‌های عددی، الفبایی را دارند، هم‌چنین می‌توانند تا ۷٫۰۸۹ کاراکتر عددی و ۴٫۲۹۶ کاراکتر الفبایی را رمزگذاری کنند [۱۲]. شکل (۴) ساختار یک کیوآرکد را نشان می‌دهد.

ایجاد آسان توسط هر کاربر، سرعت بالای خواندن و رمزگشایی، دقت بالا، قابلیت قرائت مستقیم توسط تلفن همراه، قابلیت ذخیره‌سازی اطلاعات زیاد، قابلیت خواندن ازهرجهت از ۳۶۰ درجه و تنوع در ذخیره‌سازی انواع اطلاعات ازجمله مزایا [۱۲ و ۲۸]، محدودیت فاصله به‌منظور قرائت کیوآرکد ها، ابعاد آن‌ها که نباید کمتر از ۱٫۲ اینچ باشد و لزوم وجود سرویس وای‌فای/داده[2] در منطقه ازجمله بزرگ‌ترین معایب آن‌ها به‌شمار می‌رود [۱۳ و ۲۸]. هم‌چنین این تارگت‌ها برای سیستم‌هایی که از نشانه‌ها برای تعیین موقعیت استفاده می‌کنند، خیلی مناسب نیستند، زیرا این نشانه‌ها برای میدان‌های دید بزرگ طراحی نشده‌اند و شامل اعوجاجات پرسپکتیو هستند. به‌علاوه نیاز به سطح وسیعی از تصویر دارند. بنابراین ناحیه مورد استفاده هریک از این نشانه‌ها بسیار محدود است و نقاط کافی در تصویر به‌منظور محاسبه وضعیت سه‌بعدی فراهم نمی‌کنند. از طرفی برای کاربردهای واقعیت افزوده مهم است که در یک میدان دید بزرگ باشند، بدین معنی است که اگر در تصویر اعوجاج پیدا کنند نیز قابل‌شناسایی باشند. بعلاوه اطلاعات ذخیره‌شده در نشانه نباید خیلی متراکم باشند. خوشبختانه این به‌راحتی به دست می‌آید زیرا یک مارکر اطّلاعات کمی را در کاربردهای واقعیّت افزوده حمل می‌کند تا از سایر مارکرها قبل تمییز باشد. اغلب سیستم‌های واقعیت افزوده به تنها یک مارکر قابل دید احتیاج دارند. ازاین‌رو مارکر باید حداقل چهار نقطه متمایز داشته باشد تا اجازه محاسبه وضعیت دوربین نشانه‌گر را بدهد [۲۹].



شکل ۴: نمونه‌ای از یک کیوآرکد و ساختار آن [۲۵]

[1] *Corporation*

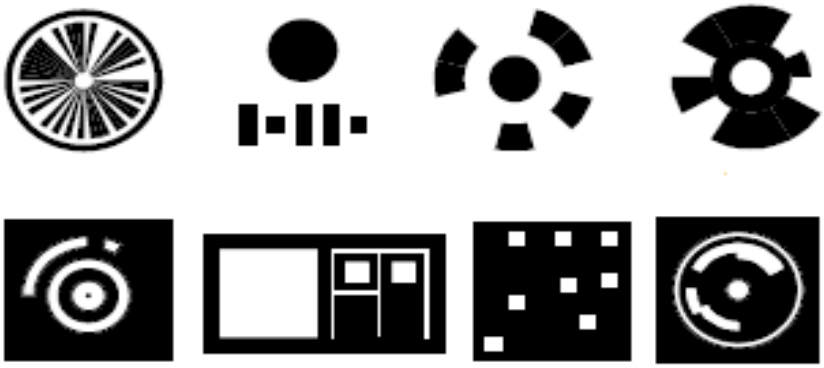
[2] *WiFi/Data*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

۴-۳- تارگت کددار

تارگت‌هایی با الگوی اضافی که شماره شناسایی یک نقطه منحصربه‌فرد را رمزگشایی می‌کنند؛ می‌توانند برای شناسایی خودکار استفاده شوند. کدها به‌صورت خطوط، حلقه‌ها و یا نواحی در اطراف مراکز تارگت‌ها قرار گرفته‌اند [۳۰]. این تارگت‌ها یک مارکر ماتریسی دوبعدی (در حالت مربعی) هستند و به عنوان لندمارک برای ثبت اطلاعات در تصاویر دنیای واقعی به‌کاربرده می‌شوند. قابلیت پرینت دارند و هزینه‌ای برای تولید و یا اتصال کد به اشیاء ندارند [۱۴]. می‌توان تعداد بیت‌های این تارگت‌ها را بنابر نیاز کاهش داد. این کار علی‌رغم اینکه تعداد تارگت‌های منحصربه‌فرد را محدود می‌کند، سرعت محاسبات را افزایش و زمان محاسبه را کاهش می‌دهد [۱۵]. در سال‌های اخیر تقاضا برای به‌کارگیری تارگت‌های کددار در تناظریابی خودکار بدون خطا و اندازه‌گیری نقاط تصویری دقیق، به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافته است [۳۱]. شکل (۵) انواع مختلف این تارگت‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۵: انواع مختلف تارگت‌های کددار [۲۵]

به‌طورمعمول تارگت‌های کددار از دو ناحیه کلی تشکیل شده‌اند :الف) ناحیه اندازه‌گیری که معمولاً دایره‌ای شکل بوده و مرکز آن نشان‌دهنده مختصات دقیق تارگت است، ب) ناحیه کدبندی که در اطراف ناحیه اندازه‌گیری قرار داشته و عبارت است از کدهایی گرافیکی که حاوی اطلاعاتی درباره شماره تارگت موردنظر است. نحوه طراحی تارگت کددار باید به‌گونه‌ای باشد که بازشناسی تعداد کافی تارگت با کمترین هزینه محاسباتی ممکن و حداکثر پایداری میسر باشد [۳۰]. اطلاعات رمزگذاری به شکل بارکدهای خطی، شعاعی یا زاویه‌ای جاسازی شده‌اند و با تحلیل تغییرات مقادیر خاکستری تصویر در طول مسیر نمونه‌برداری داده‌شده و با چیدمان ویژگی‌های[1] هندسی رمزگشایی می‌شوند. این ویژگی هندسی معمولاً شامل بخشی از یک خط و مرکز دایره یا بیضی است [۳۲].

تارگت‌های کددار می‌توانند به‌صورت خودکار از طریق روش‌های پردازش تصویر شناسایی شوند [۳۳]. تارگت‌های متشکل از حلقه‌های متحدالمرکز نسبت به مقیاس و دوران تغییرناپذیر هستند. تارگت‌های نقطه‌ای اخیراً نوآوری بیش‌تری داشته‌اند. در همه موارد نقطه مرکزی موقعیت اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. هیچ الگویی از شماره‌های منحصربه‌فرد نامحدود پشتیبانی نمی‌کند. به‌طورکلی به‌کارگیری آرایه‌ای از تارگت‌های متراکم کددار، غیرعملی است. این تارگت‌ها نیاز را برای شناسایی دستی یک زیرمجموعه از نقاط عکسی به‌ویژه نقاطی که برای تعیین اولیه توجیه خارجی به‌کار می‌روند، برطرف کرده و موقعیت دوربین را بلادرنگ و با دقت بالا می‌دهند [۳۳]. به‌جای تلاش برای شناسایی مستقیم اشیاء در دنیای واقعی، فقط لازم است تارگت‌های متصل به آن‌ها شناسایی شود. از آن‌جا که هندسه این تارگت‌ها

[1] *Features*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

معلوم است، می‌توان پردازش تصویری که برای شناسایی آن‌ها به کار می‌رود را بهینه نمود [۳۴].

۵- مقایسه انواع تارگت‌ها

با توجه به توضیحات هریک از تارگت‌ها، در جدول (۲) مقایسه‌ای بین این سه تارگت از جنبه‌های مختلف صورت گرفته است. نتایج مقایسه نشان می‌دهد تارگت‌های کددار برای کاربرد موردنظر بهتر از دو تارگت دیگر هستند. تارگت‌ها می‌توانند به دو صورت دایره‌ای و مربعی باشند. اگرچه بیش‌تر سیستم‌های نشانه‌دار از تارگت‌های مربعی استفاده می‌کنند [۱۷]، اما از آن‌جا که دایره‌ها در هر وضعیتی در دنیای سه‌بعدی به‌صورت بیضی در صفحه تصویر می‌شوند [۱۶ و ۲۴]. تارگت‌های دایره‌ای می‌توانند به‌صورت خودکار و نسبتاً آسان در تصاویر شناسایی شوند [۱۱، ۱۶ و ۱۷] و برآورد وضعیت پایدارتری نسبت به نویز فراهم می‌کنند [۱۶ و ۱۷]. ازآنجاکه دایره تحت تبدیل پروژکتیو به‌صورت بیضی ظاهر می‌شود، به‌آسانی با برازش به یک مدل مخروطی با تعداد پارامتر کم، شناسایی می‌شود. بعلاوه ازآنجاکه مرکز بیضی‌های شناسایی‌شده تحت تبدیل پرسپکتیو حفظ نمی‌شود، اگر نقاط اصلی کوچک باشند، خطای موقعیت‌یابی برای بسیاری از اهداف عملی قابل‌اغماض است. دیگر مزایای برازش بیضوی شامل توانایی استفاده از خطای باقی‌مانده به‌منظور فیلتر کردن تشخیص‌های انجام اصلاحیه‌های مبتنی بر گرادیان است [۲۵].

جدول ۲: مقایسه انواع تارگت‌های رایج مورداستفاده در *AR*

نوع کد	فیدوشال مارک	کیوآرکد	تارگت کد دار
شکل	دایره‌ای و مربعی	مربعی	دایره‌ای و مربعی
ظرفیت ذخیره	کمتر	عددی: ۷۰۸۹، حرفی: ۴۲۹۶	2^n (:n تعداد بیت‌ها)
دقت	کم	زیاد	۵ میلی‌متر موقعیت ۱ درجه زاویه‌ای
سرعت	زیاد	زیاد	زیاد
پایداری	کمتر	بیش‌تر	بیش‌تر
فراگیری	تکی	جهانی	محلی
ذخیره‌سازی مدل	محلی	اینترنت	محلی
نیاز به پیش ثبت	دارد	ندارد یا بسیار ساده	ندارد یا بسیار ساده
سیستم	*SDK* های واقعیت‌افزوده نظیر *ARToolkit*	سیستم‌های مجهز به خواندن کیوآرکد	نرم‌افزار ای‌جی‌سافت
تشخیص	خودکار	خودکار	خودکار و آسان
معایب	ذخیره‌سازی محلی باعث محدودیت سیستم‌های *AR*	باید دقیقاً مقابل دوربین حداقل ابعاد *3cm*3cm* تراکم آن‌ها نباید زیاد باشد حتماً در جایی که سرویس وای‌فای/داده دارد	محدودیت در ایجاد تعداد کدهای منحصربه‌فرد

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

شناسایی تگ‌های مربعی، فرآیندی مشابه تگ‌های دایره‌ای دارد. تصویر پرسپکتیو یک مربع چهارضلعی است. ازاین‌رو تعقیب‌کننده منحنی باید چهارگوشه چهارضلعی را شناسایی کند [۲۵]. دومین تغییرناپذیری هم خطی است؛ بدین معنی که خطوط مستقیم تحت تبدیل پرسپکتیو به‌صورت مستقیم باقی می‌مانند. تقریباً تمام تارگت‌های مستطیلی به این ویژگی در مرحله شناسایی با یافتن خطوط در یک صحنه با استفاده از دامنه وسیعی از روش‌های مختلف، بستگی دارند [۲۵]. در تارگت‌های مربعی، شناسایی تنها به برآورد مناسب چهارگوشه بستگی دارد، درحالی‌که در دایره کل بیضی می‌تواند استفاده شود. هم‌چنین دایره در حالت انسداد بهتر عمل می‌کند، زیرا در یک الگوریتم برازش بیضی نیازی نیست کل منحنی قابل‌رؤیت باشد. شناسایی مرکز تارگت، نسبت به دوران (در یک دامنه وسیع) و نسبت به مقیاس تغییرناپذیر هستند[۳۰]. در جدول(۳) مقایسه‌ای بین تارگت‌های دایره‌ای و مربعی انجام‌شده است. این مقایسه‌ها نشان می‌دهد تارگت دایره‌ای به دلیل بازشناسی سریع‌تر، دقیق‌تر و پایدارتر بهتر از تارگت مربعی است.

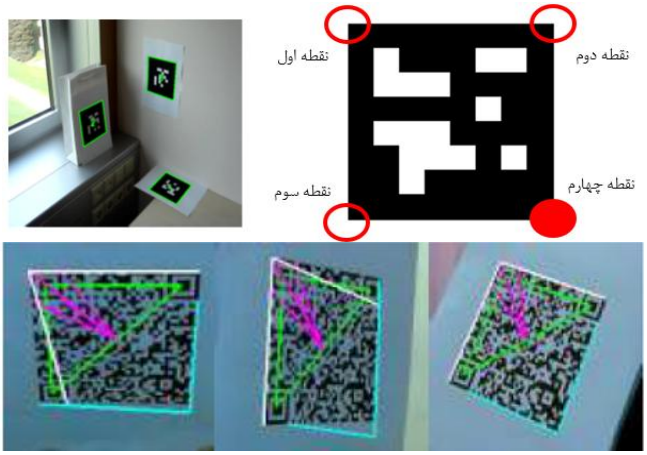
همان‌طور که در شکل (۶) نشان داده شده است؛ در تارگت‌های مربعی و مستطیلی، عدم شناسایی گوشه چهارم به‌ویژه تحت تصویربرداری پرسپکتیو، می‌تواند منجر به شناسایی نادرست تارگت و درنتیجه کاهش دقت در تعیین مرکز آن شود. بنابراین تارگت‌های دایره‌ای می‌توانند گزینه مناسب‌تری برای برنامه‌های واقعیت افزوده باشند. در ادامه مقایسه‌ای بین انواع تارگت‌های دایره‌ای با استفاده از دو نرم‌افزار ای‌جی‌سافت و استرالیس انجام شده است.

جدول ۳: مقایسه تارگت‌های دایره‌ای و مربعی

	کاربرد	ظرفیت ذخیره‌سازی	سرعت بازیابی	دقت بازیابی	پایداری	آسانی بازیابی	دقت‌تعیین‌مرکز	سیستم
دایره‌ای	رواج کمتر	کمتر	بیش‌تر	بیش‌تر	بیش‌تر	آسان‌تر	بیش‌تر	*AprilTag, ARTag, ARToolkit, Aruco, CyberCode, HOM, IGD marker, MFD-5, Nakazato et al, SCR marker, Studierstube*
مربعی	متداول‌تر	بیش‌تر	کمتر	کمتر	کمتر	سخت‌تر	کمتر	*Cho et al, Fourier Tag, Intense IS-1200, isotropic, Photomodeler, Runetag, Agisoft*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]



شکل ۶: عدم شناسایی یک گوشه در تارگت‌های مربعی تحت تصویربرداری پرسپکتیو

۶- پیاده‌سازی

در این بخش پیاده‌سازی روش پیشنهادی ارائه شده است.

۶-۱- دوربین

دوربین تصویربرداری یکی از اجزای اصلی پروژه‌های فتوگرامتری است. در این تحقیق مشاهدات توسط دوربین کنون دی ۵۵۰۰[1] انجام شده است و مشخصات آن در جدول (۴) ارائه شده است.

۶-۲- کالیبراسیون دوربین

یکی از مهم‌ترین مراحل یک پروژه فتوگرامتری کالیبراسیون دوربین است. در یک سیستم مبتنی بر واقعیت افزوده دوربین بخش اعظم و مهمی است و حدود ۹۹ درصد از یک سیستم واقعیت افزوده به آن مرتبط می‌شود. به‌منظور استفاده از یک دوربین جهت اندازه‌گیری و هم‌چنین به‌کارگیری در یک سیستم، ابتدا باید پارامترهای داخلی و خارجی سیستم تصویربرداری و پارامترهای اعوجاج عدسی استخراج شوند. این پارامترها در کلیه فرآیند استفاده از سیستم تصویربرداری مورداستفاده قرار می‌گیرند. دوربین‌های تلفن همراه عموماً کالیبره نیستند و پارامترهای توجیه داخلی دوربین با آن‌چه به‌عنوان مشخصات فنی هر تلفن همراه ارائه می‌شود؛ تفاوت دارد. برای تعیین پارامترهای کالیبراسیون دوربین، از صفحات استاندارد شطرنجی[2] استفاده می‌شود. برنامه کالیبراسیون دوربین *GML*[3] که با استفاده از زبان *C++* نوشته شده است؛ می‌تواند به‌منظور کالیبره کردن دوربین استفاده شود. فقط کافی است با دوربینی که قرار است کالیبره شود از این صفحه شطرنجی چندین عکس در حالت‌های مختلف با موقعیت ثابت دوربین و موقعیت متحرک تارگت گرفته شود. سپس این عکس‌ها را وارد برنامه کرده و پارامترهای داخلی دوربین شامل فاصله کانونی و اعوجاجات عدسی را به‌عنوان خروجی برنامه دریافت کرد [۳۵].

۶-۳- برداشت مشاهدات هر اپک

در این مرحله با مشخص بودن ایستگاه‌های تصویربرداری، برداشت مشاهدات در قالب تصویربرداری از تارگت‌ها انجام می‌گیرد. در این تحقیق برای نرم افزار ای‌جی‌سافت از تارگت‌های کددار و برای استرالیس از تارگت‌های دایره‌ای سفید با پس زمینه سیاه استفاده شده است. دقت تشخیص تارگت‌ها به رزولوشن تصویر وابسته است. هرچه رزولوشن بالاتر باشد؛ تعداد پیسکل‌ها بیش‌تر می‌شود و متناسب با آن تعداد پیکسل‌های داخل

[1] *Cannon D5500*
[2] *Checkboard*
[3] *GML Camera Calibration*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

تارگت نیز بیشتر خواهد بود که این امر منجر به انتخاب دقیق‌تر مرکز تارگت خواهد شد.

به‌منظور مقایسه بین تارگت‌ها در بازشناسی خودکار، از تارگت‌ها عکس‌هایی در ۶ زاویه فرود مختلف با اندازه‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه نسبت به مرکز عکس در محوطه دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین‌طوسی اخذ شد.

شکل(۷) دو نمونه تارگت مربعی و دایره‌ای مورداستفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول۴: **مشخصات اصلی فنی دوربین مورد استفاده**

مشخصات کلی	ابعاد ۷۰*۹۷*۱۲۴ میلی‌متر- وزن ۴۲۰ گرم
حسگر و تصویر	حسگر *CMOS* با سایز: *APS-C 23.5*16.6mm*- دقت حسگر: ۲۵ مگاپیکسل- دقت مؤثّر حسگر: ۲۴ پیکسل- حداکثر رزولوشن عکس: ۴۰۰۰*۶۰۰۰- پردازشگر: *Expeed 4*
فیلم	ابعاد *Full HD* – سرعت ۶۰ فریم بر ثانیه
عکسبرداری	سرعت شاتر از ۱/۴۰۰۰ ثانیه تا ۳۰ ثانیه
صفحه نمایش	۳/۲ اینچ با رزولوشن ۱۰۳۷۰۰۰ نقطه- دید زنده- صفحه نمایش لمسی
ورودی و خروجی	سایر مشخصات: ذخیره بر روی کارت حافظه *SD* –تکنولوژی بی-سیم- باتری لیتیوم یونی

(ب) *(الف)*

شکل ۷: تصویر یک تارگت: الف) دست ساز رفرکتور برای نرم‌افزار استرالیس ب) نرم افزار ای‌جی‌سافت

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

۶-۴- نرم افزار ای‌جی‌سافت و نرم افزاراسترالیس

یک نرم افزار مستقل است که امکان انجام پردازش های فتوگرامتری و تولید اطلاعات و داده های خاص سه بعدی از عکس‌های دیجیتالی را برای بررسی دقیق‌تر تصاویر ممکن می‌سازد. تکنیک‌های فتوگرامتری دیجیتال به‌صورت هوشمندانه‌ای به‌وسیله روش‌های ماشین بینایی در این نرم افزار بکار گرفته می‌شوند و نتایج به صورت هوشمندانه، خودکار و دقیق تولید می‌شوند تا حتی افراد تازه وارد در زمینه فتوگرامتری نیز پروژه‌های موفقی را ارئه دهند. از سوی دیگر این نرم افزار ویژگی‌های پیشرفته‌ای مانند تنظیم جریان کاری برای انجام کارهای خاص و کار با انواع داده‌ها را برای افراد حرفه‌ای در حوزه فتوگرامتری نیز فراهم نموده است. این نرم افزار، برای اندازه‌گیری‌های آفلاین از تصاویر دیجیتال اخذشده با استفاده از دوربین‌های همگرا می‌باشد که برای به دست آوردن پارامترهای دوربین و خطاها و اندازه‌گیری مناسب است. از این نرم‌افزار در فتوگرامتری بردکوتاه برای تهیه شکل سه‌بعدی اجسام استفاده می‌شود.

۶-۵- نتایج

در این بخش نتایج حاصل از بازشناسی خودکار تارگت‌ها با استفاده از هر دو نرم‌افزار ارائه شده است. شکل(۸) نتایج حاصل از بازشناسی تارگت‌ها را در نرم‌افزار استرالیس (اشکال سمت راست) و ای‌جی‌سافت (اشکال سمت چپ) به ترتیب در زوایای فرود ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه نسبت به مرکز عکس نشان می‌دهد.

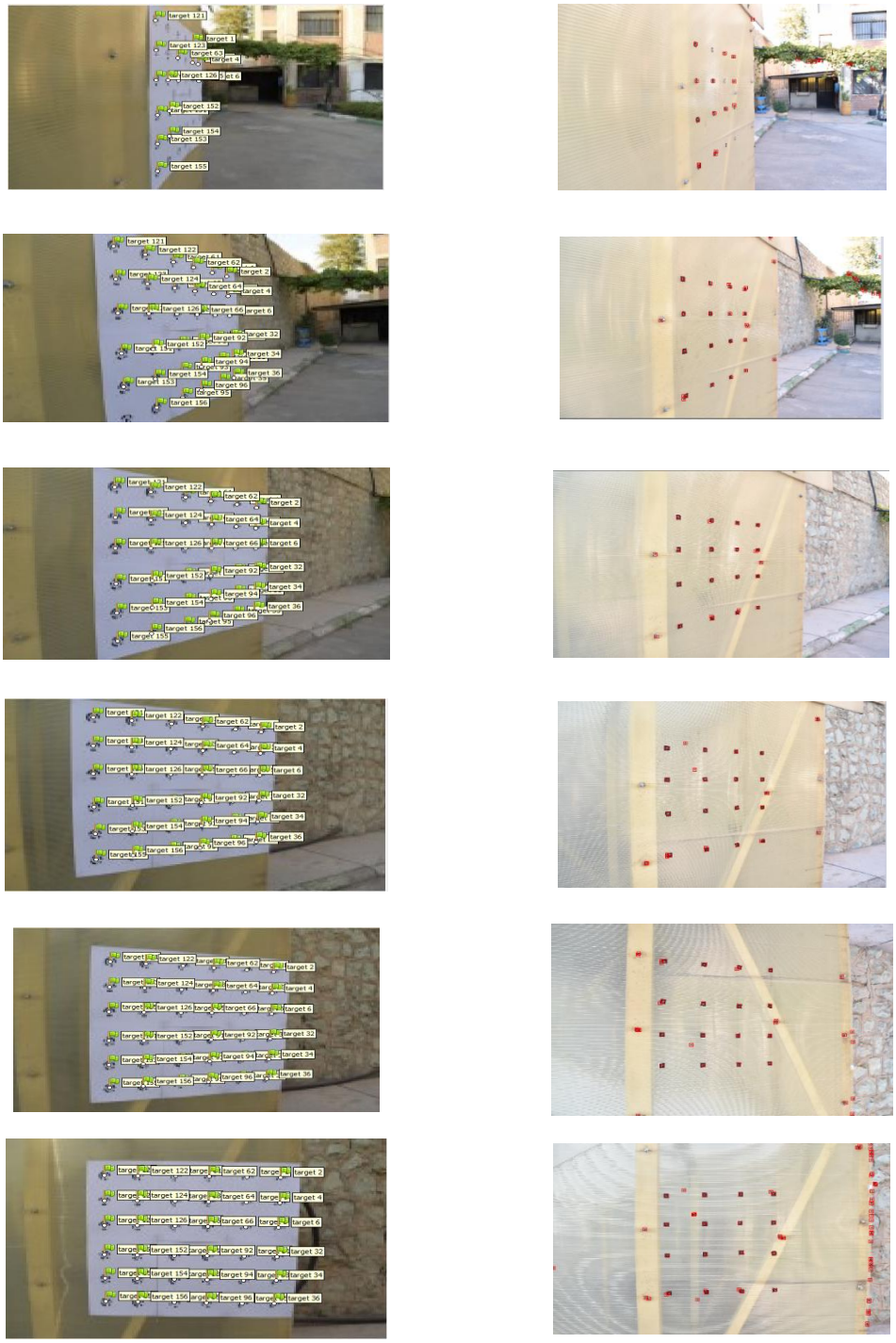
نتایج حاصل از بازشناسی خودکار تارگت‌ها با استفاده از هر دو نرم افزار ای‌جی‌سافت و استرالیس در نمودارهای شکل(۹) نشان داده شده است. نمودار (الف) درصد صحیح و نمودار (ب) درصد اشتباه در شناسایی تارگت‌ها را نشان می‌دهند. این مقایسه نشان می‌دهد نرم افزار استرالیس دارای درصد خطای زیادی در بازشناسی تارگت‌ها است و عوارض زیادی را به اشتباه به عنوان تارگت شناسایی کرده است. برای نمونه در زاویه ۹۰ درجه درصد خطای آن به ۳۷۵٪ می‌رسد. یک دلیل عمده خطا، شکل تارگت‌ها در این نرم‌افزار است که یه‌صورت دایره‌ای ساده است و موجب می‌شود درصد خطای تشخیص تارگت افزایش یابد. در مقابل نرم افزار ای‌جی‌سافت بسیار خوب عمل کرده و امکان تشخیص صحیح تارگت‌ها را حتی تبدیلات پرسپکتیو زیاد، فراهم می‌کند؛ درحالی‌که هیچ تشخیص اشتباهی نداشته است. برای نمونه در زاویه فرود بسیارکم نظیر ۱۵ درجه نیز درصد خطای آن صفر است.

ذکر این نکته ضروری است که از تارگت‌ها در فضای داخلی (آزمایشگاه) نیز تحت زوایای مختلف (۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه نسبت به مرکز عکس) با استفاده از تلفن همراه سامسونگ گلکسی اس ۴[1] عکسبرداری شد. به دلیل عدم ضرورت، نتیجه بازشناسی خودکار تارگت‌های کددار فقط برای عکس با زاویه ۴۵ درجه در شکل(۱۰) نشان داده شده است. همچنین در زمان‌های مختلف از روز در فضای بیرون آزمایش شد. نتایج به‌دست‌آمده تفاوت قابل توجهی با نتایج در حالت قبل نداشت. بنابراین حالت‌های فراگستری که برای این منظور درنظر گرفته شده شامل پارامترهای هر مکان (فضای داخل یا بیرون) و هر زمان (روشنایی روز برای فضای بیرون)، تحت هر زاویه‌ای و با هر دستگاهی است. حالت هرکاربر از نظر عکس‌برداری صحیح است؛ به‌این معنی که عکس را هر کاربری می‌تواند اخذ کند؛ ولی به‌منظور کار با نرم‌افزارهای ای‌جی‌سافت و استرالیس و بازشناسی خودکار تارگت‌ها، کاربر باید حداقل دانش موردنیاز را داشته باشد.

[1] *Samsung Galaxy S4*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

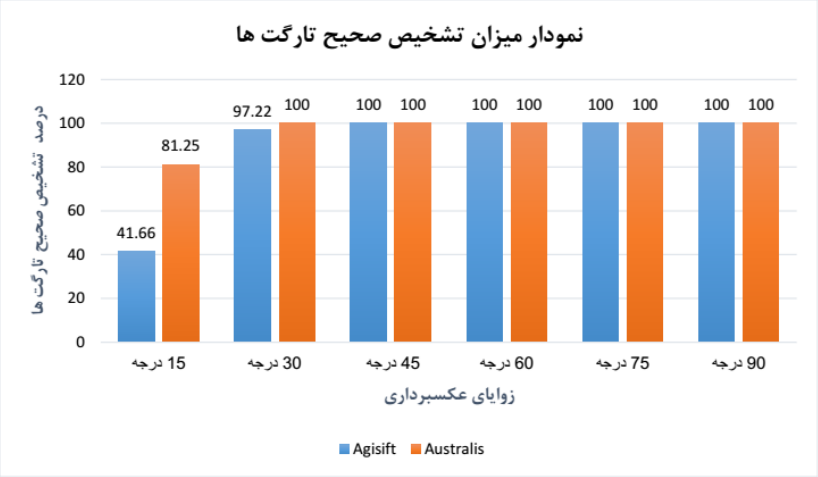
[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]



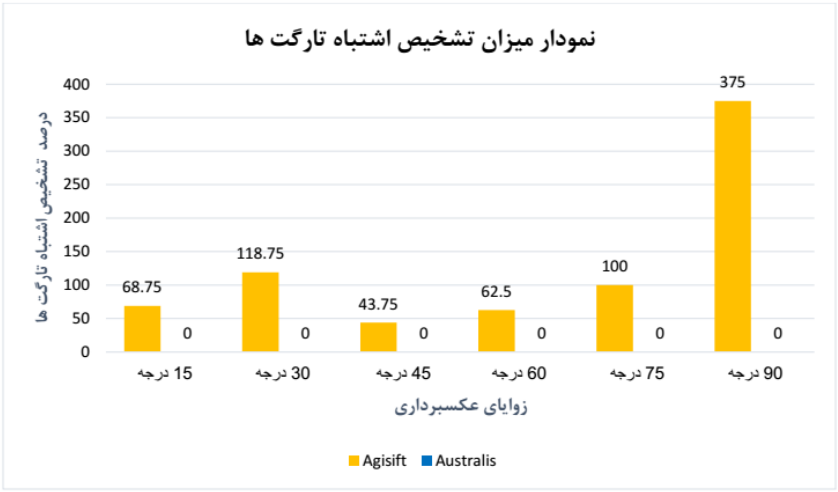
شکل ۸: بازشناسی تارگت‌ها در دو نرم‌افزار استرالیس (راست) و ای‌جی‌سافت (چپ) به ترتیب در زوایای فرود ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه نسبت به مرکز عکس

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

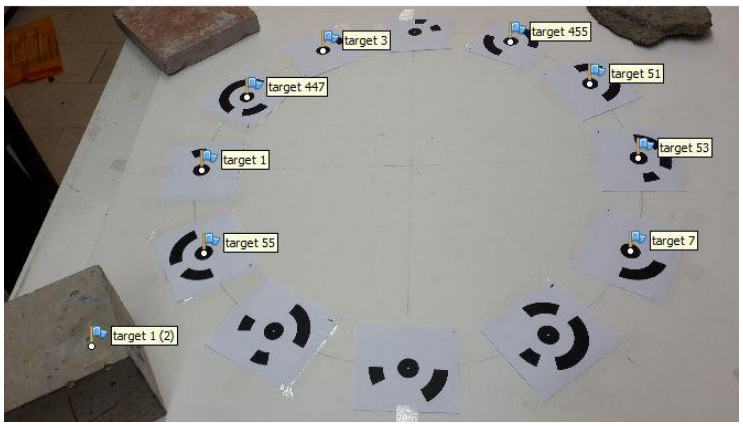


(الف)



(ب)

شکل ۹: مقایسه درصد بازشناسی تارگت‌ها در هر دو نرم‌افزار ای‌جی‌سافت استرالیس. الف) درصد صحیح، ب) درصد اشتباه



شکل ۱۰: بازشناسی خودکار تارگت‌های کددار تحت عکسبرداری با زاویه ۴۵ درجه در محیط آزمایشگاه

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

۶-۶- بصری‌سازی زیرساخت‌ها با واقعیت افزوده

برنامه کاربردی مبتنی بر واقعیت افزوده به‌منظور بصری‌سازی زیرساخت‌ها در تلفن همراه هوشمند سامسونگ گلکسی اس ۴ آزمایش شده است. صفحه‌نمایش با قدرت تفکیک بالا، دوربین مناسب و پشتیبانی از حسگرهای مختلف، از مهم‌ترین دلایل این انتخاب هستند. از کتاب‌خانه *OpenGL ES 2.0* به‌منظور تعریف دوربین مجازی، هم‌مبدأکردن آن با دنیای واقعی، تنظیم و کالیبره کردن دوربین مجازی با دنیای واقعی، تعیین عوامل مؤثر بر پرسپکتیو دوربین مجازی با توجه به پرسپکتیو دوربین واقعی، تعیین محدوده دید دوربین مجازی در دنیای مجازی، تعریف پارامترهای تعیین‌کننده صحنه و نیز برقراری ارتباط بین دنیای واقعی و دنیای مجازی استفاده شده است. بدین‌منظور یک برنامه کاربردی مبتنی بر واقعیت افزوده روی پلت‌فرم اندروید با استفاده از هر دو روش مبتنی بر حسگر و مبتنی بر دید نوشته شده است.

در روش مبتنی بر حسگر، از حسگرهای جاسازی‌شده در تلفن همراه هوشمند استفاده شد. حسگرهای *GPS* و تلفیق حسگرهای شتاب‌سنج و مغناطیس به‌منظور برآورد پارامترهای خارجی دوربین به‌کار گرفته شدند. در روش مبتنی بر دید پارامترهای وضعیت دوربین بااستفاده از تارگت‌های چیده‌شده در محیط به‌دست می‌آید. بدین‌صورت که تعدادی تارگت در محیط قرار داده می‌شود؛ به‌طوری‌که در هر فریم دوربین حداقل ۴ تارگت قابل‌رؤیت و شناسایی باشند. سپس با استفاده از روش‌های ماشین بینایی و پردازش تصویر این تارگت‌ها به‌صورت خودکار در عکس شناسایی شده و کد آن‌ها مشخص می‌شود. با این روش مختصات عکسی تارگت‌ها در سیستم ماشین بینایی به دست می‌آید. درحالی‌که برای فرآیند ترفیع فضایی، لازم است این مختصات‌ها بااستفاده از تبدیل کانفرمال، به مختصات در سیستم مختصات عکسی تبدیل شوند. مقادیر اولیه پارامترهای خارجی دوربین در فرآیند ترفیع فضایی لازم است، این مقادیر با استفاده از مقادیری که حسگرها در اختیار می‌گذارند و مشابه روش مبتنی بر حسگر به دست می‌آیند. سپس خروجی ترفیع فضایی که پارامترهای سرشکن‌شده وضعیت دوربین هستند، برای برقراری ارتباط بین دوربین مجازی و دوربین واقعی و افزودن شیء مجازی به دنیای واقعی استفاده شده است. پیاده‌سازی این بخش در محوطه دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی انجام شده است و نتایج حاصل از هر دو روش در جدول(۵) با یکدیگر مقایسه شده است.

جدول ۵: اختلاف پارامترهای وضعیت دوربین از روش مبتنی بر حسگر و مبتنی بر دید

عکس	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	$\Delta\omega(^o)$	$\Delta\varphi(^o)$	$\Delta\kappa(^o)$
۱	۵٫۶۸۸۹۰	۲٫۷۵۰۳۹	۵٫۶۸۱۸۳	۳٫۶۵	۵٫۲۸	۵٫۹۸
۲	۵٫۶۵۴۷۹	۲٫۷۲۶۸۰	۵٫۶۱۰۹۱	۶٫۷۳	-۵٫۸۹	۶٫۴۷
۳	۵٫۸۸۴۲۵	-۰٫۶۳۱۲۴	۱٫۲۲۷۹۸	۵٫۳۶	۴٫۵۹	۷٫۹۷
۴	۰٫۱۸۰۴۲	-۴٫۸۴۷۸۴	-۴/۸۴۴۶۴	۳٫۱۸	۶٫۹۹	۵٫۷۱
۵	-۲٫۴۳۱۶۲	-۶٫۹۵۰۸۰	-۱٫۴۹۹۱۳	۸٫۲۸	۶٫۵۲	-۶٫۶۰
۶	۰٫۵۱۴۳۶	-۶٫۷۰۹۰۰	-۳٫۶۲۶۹۸	۵٫۳۵	۵٫۸۶	۷٫۷۴
۷	۱۶٫۶۶۵۶۲	-۳٫۳۹۴۰۸	۰٫۹۳۳۳۲	۵٫۶۷	۴٫۳۹	۵٫۹۱
۸	-۲٫۴۵۰۷۹	-۹٫۷۲۵۲۶	-۱۲٫۰۷۴۱۲	۶٫۰۹	۸٫۴۷	۴٫۶۳
$\bar{d} \pm \delta$	۴٫۸۶۹۵۵	۴٫۷۱۶۹۳	۴٫۴۳۷۳۶	۵٫۵۴	۶٫۰۰	۶٫۳۸
میانگین	۸٫۱۰۲۶۰			۱۰٫۳۶		

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

نتایج نشان می‌دهد روش مبتنی بر دید می‌تواند دقت برآورد پارامترهای وضعیت دوربین را تا حد زیادی بهبود بخشد. به‌طور متوسط اختلاف روش مبتنی بر حسگر و روش مبتنی بر دید در مولفه‌های موقعیت برابر با ۸٫۱۰۲۶۰ متر و در مولفه‌های زاویه‌ای برابر با ۱۰٫۳۶ درجه است. بنابراین در بصری‌سازی زیرساخت‌های زیرزمینی با دقت مناسب، می‌توان از تارگت‌ها به‌عنوان یک روش مبتنی بردید استفاده نمود.

۷- نتیجه‌گیری

تعیین موقعیت زیرساخت‌ها در *UBGIS* هم در محیط بیرون و هم در محیط داخل ضروری است و ورود فناوری‌های مختلف رایانش فراگستر می‌تواند در مدیریت بهتر این زیرساخت‌ها مؤثر باشد. برای نمونه به کمک فناوری واقعیت افزوده می‌توان این زیرساخت‌ها را در بستر تلفن همراه بصری‌سازی نمود. به دلیل عدم تأمین دقت موردنیاز توسط حسگرهای موجود در تلفن همراه، نیاز به روش‌های مبتنی بر دید نظیر به‌کارگیری تارگت‌ها است. تارگت‌های مختلفی می‌توانند در زمینه واقعیت افزوده استفاده شوند. هدف این مقاله مقایسه انواع تارگت‌های مورداستفاده در زمینه واقعیت افزوده بود. نتایج مقایسه نشان می‌دهد باوجود این‌که تارگت‌های مربعی قابلیت ذخیره‌سازی بیش‌تری دارند، تارگت‌های دایره‌ای به دلیل آن‌که در تصویر به شکل بیضی ظاهر می‌شوند و شناسایی ساده‌تر، سریع‌تر و پایدارتری دارند، بهتر از تارگت‌های مربعی عمل می‌کنند. هم‌چنین از آن‌جا که در کاربردهای *AR* تارگت‌ها باید در میدان دید وسیعی باشند؛ کیوآرکدها به دلیل محدودیت فاصله جهت قرائت، مناسب نیستند. به‌منظور انجام مقایسهٔ عملی میان این تارگت‌ها، در دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی از تارگت‌های هر دو نرم‌افزار ای‌جی‌سافت و استرالیس در شش زاویهٔ مختلف عکس‌برداری و نتایج بازشناسی در هر دو نرم‌افزار بررسی شد. مقایسه‌ها نشان می‌دهد، نرم افزاراسترالیس دارای درصد خطای زیادی در بازشناسی تارگت‌ها است و عوارض زیادی را به اشتباه به عنوان تارگت شناسایی کرده است. برای نمونه در زاویهٔ ۹۰ درجه درصد خطای آن به ۳۷۵٪ می‌رسد. یک دلیل عمده خطا، شکل تارگت‌ها در این نرم‌افزار است که به صورت دایره‌ای ساده است و موجب می‌شود درصد خطای تشخیص تارگت افزایش یابد. در مقابل نرم افزار ای‌جی‌سافت بسیار خوب عمل کرده و امکان تشخیص صحیح تارگت‌ها را حتی در تبدیلات پرسپکتیو زیاد، فراهم می‌کند و هیچ تشخیص اشتباهی نداشته است. برای نمونه در زاویهٔ فرود بسیارکم نظیر ۱۵ درجه نیز درصد خطای آن صفر است. به‌طورکلی انتخاب تارگت مناسب به کاربرد موردنظر بستگی دارد. هم‌چنین نتایج بصری‌سازی تأسیسات با هر دو روش مبتنی بر دید و مبتنی بر حسگر با یکدیگر مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهد روش مبتنی بر دید دقّت تعیین وضعیت دوربین را در مؤلّفه‌های مختصّاتی به طور متوسط به اندازهٔ ۸٫۱۰۲۶ متر و در مؤلّفه‌های زاویه‌ای به‌طور متوسط به اندازهٔ ۱۰٫۳۶ درجه بهبود می‌بخشد. بنابراین در بصری‌سازی زیرساخت‌های زیرزمینی با دقّت مناسب، می‌توان از تارگت‌ها به‌عنوان یک روش مبتنی بردید استفاده نمود. در این تحقیق شدّت روشنایی روی شناسایی تارگت‌ها تأثیرگذار است و از این اثر چشم‌پوشی شده است. همچنین فقط تشخیص تارگت مدنظر بوده است. در تحقیقات بعدی می‌توان مقایسه را برای شدت روشنایی‌هایی مختلف انجام داد؛ یا عملکرد این نرم‌افزارها را در بازشناسی کد تارگت‌ها بررسی و ارزیابی نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود صحّت نتایج ارزیابی در محیط واقعی و با داده‌های واقعی بررسی شود.

مراجع

[1] *H. Wang, Y. Zhang, and J. Cao, "Ubiquitous computing environments and its usage access control," in Proceedings of the 1st international conference on Scalable information systems: ACM, p. 6, 2006.*

[2] *J. Chong, S. See, L. L.-H. Seah, S. L. Koh, Y.-L. Theng, and H. B. Duh, "Ubiquitous*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

Computing History, Development, and Scenarios," in Ubiquitous Computing: Design, Implementation and Usability: IGI Global, pp. 1-8, 2008.

[3] M. Weiser, "The computer for the 21 century. Scientific American," 1991.

[4] M. Mekni and A. Lemieux, "Augmented reality: Applications, challenges and future trends," Applied Computational Science, pp. 205-214, 2014.

[5] R. T. Azuma, "A survey of augmented reality," Presence: Teleoperators & Virtual Environments, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, 1997.

[6] T. Höllerer, D. Hallaway, N. Tinna, and S. Feiner, "Steps toward accommodating variable position tracking accuracy in a mobile augmented reality system," in 2nd International Workshop on Artificial Intelligence in Mobile Systems (AIMS'01), 2001: Citeseer, pp. 31-37.

[7] S. Siltanen, Theory and applications of marker-based augmented reality. VTT, 2012.

[8] G. Schall, "Handheld augmented reality in civil engineering," in 4th Conference on Computer Image Processing and its Application in Slovenia 2009 (ROSUS 2009), pp. 19-25, 2009.

[9] S. Zollmann, G. Schall, S. Junghanns, and G. Reitmayr, "Comprehensible and interactive visualizations of GIS data in augmented reality," in International Symposium on Visual Computing: Springer, pp. 675-685, 2012.

[10] W. A. Hoff, K. Nguyen, and T. Lyon, "Computer-vision-based registration techniques for augmented reality," in Intelligent Robots and Computer Vision XV: Algorithms, Techniques, Active Vision, and Materials Handling, vol. 2904: International Society for Optics and Photonics, pp. 538-548, 1996.

[11] J. Stork, "Camera pose estimation with circular markers," Doctoral dissertation, Thesis, University of Amsterdam (UvA), 2012.

[12] T.-W. Kan, C.-H. Teng, and W.-S. Chou, "Applying QR code in augmented reality applications," in Proceedings of the 8th International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications in Industry: ACM, pp. 253-257, 2009.

[13] G. M. Agust, K. Hulliyah, and R. B. Bahaweres, "Applying Merging Convetional Marker and Backpropagation Neural Network in QR Code Augmented Reality Tracking," International Journal on Smart Sensing & Intelligent Systems, vol. 6, no. 5, 2013.

[14] J. Rekimoto, "Matrix: A realtime object identification and registration method for augmented reality," in Proceedings. 3rd Asia Pacific Computer Human Interaction (Cat. No. 98EX110): IEEE, pp. 63-68, 1998.

[15] M. Maidi, F. Ababsa, and M. Mallem, "Handling occlusions for robust augmented reality systems," EURASIP Journal on Image and Video Processing, vol. 2010, no. 1, p. 146123, 2010.

[16] K. Forbes, A. Voigt, and N. Bodika, "An inexpensive, automatic and accurate camera calibration method," in Proceedings of the Thirteenth Annual South African Workshop on Pattern Recognition, pp. 1-6, 2002.

[17] A. Pagani, J. Koehler, and D. Stricker, "Circular markers for camera pose estimation," in WIAMIS 2011: 12th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services, 2011.

[18] D. Amin and S. Govilkar, "Comparative study of augmented reality SDKs," International Journal on Computational Science & Applications, vol. 5, no. 1, pp. 11-26, 2015.

[19] Y. Lee and J. Choi, "Tideland Animal AR: Superimposing 3D Animal Models to User Defined Targets for Augmented Reality Game," International journal of multimedia and ubiquitous engineering, vol. 9, no. 4, pp. 343-348, 2014.

[20] J. E. Swan, G. Singh, and S. R. Ellis,

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

"Matching and reaching depth judgments with real and augmented reality targets," IEEE transactions on visualization and computer graphics, vol. 21, no. 11, pp. 1289-1298, 2015.

[21] C. S. Leem and B. G. Kim, "Taxonomy of ubiquitous computing service for city development," Personal and ubiquitous computing, vol. 17, no. 7, pp. 1475-1483, 2013.

[22] S. Ho Lee, J. Hoon Han, T. Yigitcanlar, and Y. Taik Leem, "Ubiquitous infrastructure: urban infrastructure planning and management experience of Korea," 2008.

[23] M. Donoser, P. Kontschieder, and H. Bischof, "Robust planar target tracking and pose estimation from a single concavity," in 2011 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2011: IEEE, pp. 9-15.

[24] A. C. Rice, R. K. Harle, and A. R. Beresford, "Analysing fundamental properties of marker-based vision system designs," Pervasive and Mobile Computing, vol. 2, no. 4, pp. 453-471, 2006.

[25] F. Bergamasco, A. Albarelli, and A. Torsello, "Pi-tag: a fast image-space marker design based on projective invariants," Machine vision and applications, vol. 24, no. 6, pp. 1295-1310, 2013.

[26] X. Liu, D. Doermann, and H. Li, "A camera-based mobile data channel: capacity and analysis," in Proceedings of the 16th ACM international conference on Multimedia: ACM, pp. 359-368, 2008.

[27] G. Schall, J. Newman, and D. Schmalstieg, "Rapid and accurate deployment of fiducial markers for augmented reality," in Proc. 10 th Computer Vision Winter Workshop (CVWW 2005). http://icg.tu-graz.ac.at/pub/pubobjects/schall05cvww[2005: Citeseer, 2005.

[28] C.-y. Law and S. So, "QR codes in education," Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE), vol. 3, no. 1, p. 7, 2010.

[29] M. Hirzer, "Marker detection for augmented reality applications," in Seminar/Project Image Analysis Graz, pp. 1-2, 2008.

[30] T. Luhmann, S. Robson, S. Kyle, and J. Boehm, Close-range photogrammetry and 3D imaging. Walter de Gruyter, 2013.

[31] S. J. Ahn and W. Rauh, "Circular coded target and its application to optical 3D-measurement techniques," in Mustererkennung 1998: Springer, pp. 245-252, 1998.

[32] J. Han, N. Lu, and M. Dong, "Design of circular coded target and its application to optical 3D-measurement," in Fourth International Symposium on Precision Mechanical Measurements, vol. 7130: International Society for Optics and Photonics, p. 71303H, 2008.

[33] C. Fraser, "Innovations in automation for vision metrology systems," The Photogrammetric Record, vol. 15, no. 90, pp. 901-911, 1997.

[34] P. Drap et al., "Automating the measurement of red coral in situ using underwater photogrammetry and coded targets," in XXIV International CIPA Symposium, Strasbourg, France. Pierre Grussenmeyer (Ed.), vol. 5, p. W2, 2013.

[35] S. Gupta and B. Lohani, "Augmented reality system using lidar point cloud data for displaying dimensional information of objects on mobile phones," ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. 2, no. 5, p. 153, 2014.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.7 No.2, Summer 2019

Research Paper

Comparison of Different Targets Used in Augmented Reality Applications in Ubiquitous GIS

Mina Karimi[1]*, Abolghasem Sadeghi Niaraki[2], Ali Hosseini Naveh[3]

1- Ms.c student of geospatial information system in Faculty of Geodesy&Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
2- GIS Dept., Geoinformation Technology Center of Excellence ,Faculty of Geodesy&Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
3- Photogrammetry & Remote Sensing Dept. ,Faculty of Geodesy&Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

Abstract

Drilling requires accurate information about locations of underground infrastructures or it can cause serious damages. Augmented Reality (AR) as a technology in Ubiquitous GIS (UBIGIS) can be used to visualize underground infrastructures on smartphones. Since smartphone's sensors do not provide such accuracy, another approaches should be applied. Vision based computer vision systems are well known approaches to collect data of camera poses. Some vision systems track objects by image processing of natural environments which is quite difficult in unknown environments. Most vision systems are designed to detect targets. This paper aims to compare different types of targets that can be used in AR applications in UBGIS. For this propose, first three types of targets are being overviewed, then targets are compared in terms of their square or circular shapes. Finally, two kinds of targets related to Agisoft and Australis modeling software are chosen and images are being taken in different sincidence angles related to center of images at the area of faculty of Geodesy and Geomatics Engineering Khaje Nasir Toosi University of Technology. Then automatic recognition results in both software tools were being compared and analyzed. Comparisons reveal that QRCode is not appropriate due to its square shape and its distance limitation to scan by reader, because in AR applications, targets should be placed in a large field of view. Also, squared targets are not very suitable because their recognition is not easy. Therefore, Fiducial Markers are not recommended. It is worth mentioning that circular targets are the best target for this application. Among circular targets, although detection of circular Coded Target is not easy especially in very low incidence angle, but unrelated objects are not recognized as Coded Target; while detection of simple circular Target will make lots of mistakes. Generally, choosing appropriate target depends on corresponding application and usage. Then sensor-based and vision-based approaches to visualize underground infrastructures are compared. The results demonstrate that vision-based approach improve the precision of pose estimation parameters 8.10260 m in position parameters and 10.36 degrees in orientation parameters. Therefore, targets can be used as a vision-based approach.

Key words: *Target, Ubiquitous GIS, Augmented Reality, Underground Infrastructures, Agisoft, Australis.*

Correspondence Address *Geospatial Information System Group, Faculty of Geodesy&Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran.*
Tel : *+98 21 88877073.*
Email*: minakarimi@email.kntu.ac.ir*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.7.2.43]