اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

ارزیابی استفاده از تصاویر عمق به دست آمده از کینکت برای هدایت افراد نابینا

سید محسن موسوی[1*]، علی حسینی نوه احمد آبادیان[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه برداری(ژئوماتیک)، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
عضو هیئت علمی و استادیار، گروه فتوگرامتری و سنجش از دور، دانشکده مهندسی نقشه برداری(ژئوماتیک)، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

هدایت افراد نابینا در مکان‌های متفاوت با استفاده از سنجنده‌ی ارزان قیمت کینکت یکی از موضوعات نسبتا جدیدی است که با استفاده از تصاویر رنگی و عمق که از کینکت به دست می آید، صورت می گیرد. استفاده از سنجنده‌ی کینکت در زمینه‌های مختلف حاکی از توانایی‌های آن در اخذ اطلاعات عمق می باشد، از این رو در این مقاله به دنبال امکان سنجی هدایت افراد نابینا با استفاده از سنجنده‌ی کینکت می باشیم، در این راستا با استفاده از داده‌های عمق به دست آمده، الگوی موانع و فواصل آنها تا کینکت محاسبه می شود. نتایج به دست آمده پس از پردازش داده‌های عمق در محیط متلب با بهره‌گیری از کتابخانه‌های ماشین بینایی حاکی از آن است که می توان با افزایش دقت اندازه‌گیری کینکت نسخه ایکس باکس از آن در هدایت افراد نابینا استفاده نمود. به بیان دیگر نتایج این مقاله زمینه‌ی مناسبی برای ارتقای مدل نوری در هدایت افراد نابینا فراهم می سازد.

واژه‌های کلیدی : کینکت، اطلاعات عمق، هدایت افراد نابینا.

نویسنده مکاتبه کننده : سید محسن موسوی
آدرس پستی : دانشکده نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
تلفن :
آدرس پست الکترونیک : *m_mosavi1991@yahoo.com*

۱- مقدمه

امروزه تاثیر ارتباطات در زندگی بشر امری غیر قابل انکار می باشد تا جایی که با گسترش وسایل و سیستم‌ها جای خود را در زندگی شخصی افراد مشخص کرده است. همان طوری که می دانیم بخش وسیعی از فعالیت‌های روزمره ی بشر توسط این ارتباطات مدیریت می شود. در سال‌های اخیر استفاده از حسگرهای متفاوت برای کسب اطلاعات از محیط پیرامون به این فرآیند سرعت و سهولت بخشیده است تا این که امروزه متخصصین به دنبال ارتقای این مدل با استفاده از شبکه‌های بی سیم حسگرها[1]می باشند[۱،۲و۳].علاوه بر موارد ذکر شده نقش ارتباطات در سرویس دهی به افراد ناتوان و کم توان از اهمیت بیشتری برخوردار است[۴]. افراد نابینا قشری از اجتماع می باشند که بیشتر از سایرین به ارتباط با محیط خود نیازمندند. بنابراین استفاده از حسگرها در هدایت افراد نابینا یکی از موضوعات اساسی به حساب می آید که به نوبه‌ی خود حائز اهمیت است. از آن‌جایی که برای ارتباطات نیاز به استفاده از سیستم‌هایی از جمله سیستم‌های مکانی بیشتر به چشم می خورند از این رو می توان از سیستم اطلاعات مکانی(GIS)[2]برای هدایت بهتر فرد نابینا در مکان‌های مسقف استفاده نمود[۵]. مطالعات انجام شده در این زمینه حاکی از استفاده بیشتر از ابزارهایی نظیر سیستم تعیین موقعیت جهانی(GPS)[3] ، کدهای پاسخ سریع(QR)[4] ، برچسب‌های شناسایی فرکانس رادیویی(RFID)[5]و یا سیستم‌هایی با زیر ساختارهای پیچیده تر نظیر واقعیت مجازی[۶] و واقعیت افزوده برای تعامل بهتر با محیط مورد استفاده قرار گرفته‌اند. سنجنده‌ی کینکت یکی از این ابزارها می باشد که با تولید تصاویر عمق درک بهتری از مکان موانع در محیط پیرامون به شخص نابینا می دهد[۷]. بررسی سودمند بودن این روش نسبت به سایر روش‌ها مستلزم مطالعات بیشتری در این زمینه می باشد. هدف از این مقاله ارزیابی استفاده از تصاویر عمق به دست آمده از کینکت برای هدایت افراد نابینا در مقایسه با روش‌های سنتی می باشد که این موضوع پیشینه‌ی مناسبی برای محققان در زمینه‌ی هدایت در محیط‌های مسقف فراهم می کند.

۲- کارهای مرتبط

با پیشرفت تکنولوژی‌های متفاوت تعامل افراد نابینا در محیط‌های گوناگون تغییر کرده است. از طرف دیگر با گسترش استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی و همچنین افزوده شدن آنالیزهای مکانی[۸] ارتقاء چشمگیری یافته است. از آن جایی که در محیط‌های مسقف دقت استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی ایده آل نمی باشد از سیستم‌های دیگر در این راستا استفاده می شود که محوریت اصلی آنها دوری از موانع و واقعیت مجازی می باشد[۹]، که می توان با ایجاد یک محیط مجازی بازخوردهای لمسی و صوتی برای سیاحت یک فرد نابینا در محیط های گوناگون را ارتقا داد، که در این راستا بیشتر از سیستم‌های ردیاب [۱۰] استفاده می گردد. هدف اصلی استفاده از این سیستم ها توسعه ی توانایی‌های فرد نابینا برای تعامل بیشتر و درک بهتر از محیط می باشد. برای مثال اینکه می‌توان با تلفیق سیستم-های ردیاب (لمسی) و داده‌های مکانی به دست آمده از نرم افزار OpenStreetMap محیطی پویا برای فرد نابینا ایجاد نمود[۱۱] . علاوه به ردیاب‌های لمسی، از ردیاب‌های دیگر نظیر ردیاب‌های آلتراسونیک [۱۲]و نوری [۷] در این زمینه استفاده می شود، در ارتباط با استفاده از این سیستم‌ها باید به پارامترهایی مانند دقت، تفکیک پذیری، تاخیر، سرعت به روز رسانی داده‌ها و خطای انباشته [6]توجه گردد. در این مقاله از ردیاب نوری تحت عنوان کینکت برای ایجاد این تعامل استفاده شده است. هدف از این تحقیق بررسی رفتار اطلاعات عمق به دست آمده از کینکت برای شناسایی موانع

[1] Wireless sensor network
[2] Geospatial Information System
[3] Global positioning system
[4] Quick Response
[5] Radio Frequency Idenification
[6] drift

موجود در مسیر می باشد، امید است که این تحقیق زمینه ای برای تعامل بهتر و بیشتر افراد نابینا در محیط‌های مسقف باشد.

۳- مواد و روش ها

یکی از مواردی که می توان بر مبنای آن روش مورد استفاده را بهتر انتخاب نمود، این است که اطلاعات مورد نیاز فرد نابینا و نحوه‌ی درک آنها توسط فرد را لحاظ کنیم. نحوه‌ی درک موانع در زبان ماشین با زبان انسان به طور کامل متفاوت است. ایجاد یک رابطه بین این ادراکات بیشتر در حوزه های مهندسی- پزشکی مطرح می شود، در حالی که در این مقاله بیشتر به دنبال پردازش اطلاعات به دست آمده از کینکت به نحوی که برای افراد نابینا مناسب باشد، هستیم. در ابتدا اطلاعاتی توسط سنجنده کینکت از محیط دریافت می شود، سپس این اطلاعات با استفاده از نرم افزار مطلب برای استخراج الگوی عوارض و کدنویسی در زبان جاوا برای به دست آوردن فاصله‌ی هر عارضه تا کینکت مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۳-۱- کینکت

به دست آوردن اطلاعات کمی یک صحنه به صورت پویا همواره به عنوان یک موضوع چالش برانگیز مطرح بوده است، که مستلزم استفاده از تکنولوژی و وسایلی می باشند که توسط آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و یا شرکت‌های معتبر حاصل گردند. در این زمینه می توان به دوربین‌های اندازه گیری طول، زمان پرواز(TOF) [۷] [۱۳] و یا فناوری جدیدتر تحت عنوان دوربین کینکت اشاره نمود، که با ایجاد داده‌های عمق, امکان پایش پویای محیط را فراهم می سازد. پردازش انجام شده بر روی داده‌های عمق به دست آمده در این مقاله با هدف به دست آوردن الگوی رفتاری عوارض در تصاویر عمق و محاسبه ی فاصله ی عوارض تا سنجنده می باشد. اگرچه کینکت و TOF به عنوان دوربین‌های اندازه گیری عمق مطرح می باشند اما با توجه به شکل(۱) از ساختار کاری متفاوتی برخوردارند.

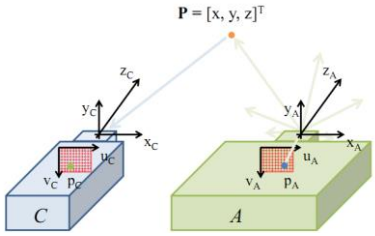
شکل۱- طبقه بندی روش های اندازه گیری فاصله [۱۴].

[7] Time-of-Flight

به طور کلی روش اندازه‌گیری فاصله در هر دو حالت انعکاسی–نوری می باشد که خود به دو زیر گروه فعال و غیر فعال تقسیم می گردد. در حالت غیر فعال اساس کار بر مبنای تابش[8] می باشد که روش بصری سازی استریو مثالی کلاسیک از این گروه می باشد. از طرف دیگر در حالت فعال که شامل کینکت و TOF می شود با گسیل دادن امواج، اطلاعات لازم را به دست می آورند. قسمت‌های زرد رنگ شده نشان گر روش اندازه گیری حسگر کینکت می باشد.

شکل ۲- کینکت XBOX 360.

ساختار دوربین کینکت در شکل(۲) نمایش داده شده است، که در آن با استفاده از یک دوربین به همراه پروژکتور مادون قرمز به روش مثلث بندی پویا[9] به عمق نقطه ی P دست پیدا می کند، به این صورت که تصویر حاصل از نقطه ی P بر روی دوربین P_c و نقطه ی متناظر با آن در الگوی پراش[10]، P_A ایجاد می شود و پس از آن مطابق روشی که بیان خواهد شد عمق نقطه ی مجهول P به دست می آید.

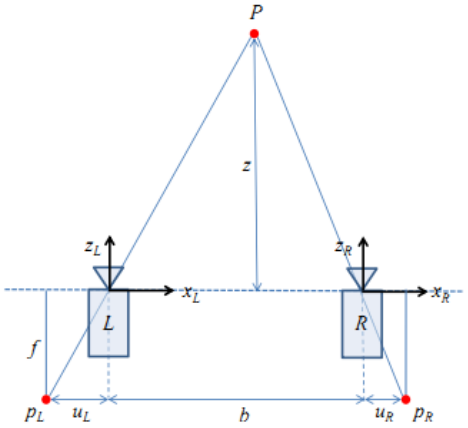


شکل ۳- مثلث بندی پویا توسط سیستم متشکل از یک دوربین(C) و یک پروژکتور نوری(A).

۳-۲- روش مثلث بندی پویا

شکل (۳) به بیان دیگر نمایش یک سیستم کدینگ نوری می باشد که در آن دوربین C حاوی یک سیستم مختصات به عنوان سیستم مرجع[11] سه بعدی(x_c, y_c, z_c) و یک سیستم مرجع دو بعدی (u_a, v_a) که توسط پروژکتور نوری A تعریف می شود، در نظر گرفته شده است. ارتفاع دو نقطه ی P_A و P_C برابر می باشند. اختلاف مولفه‌های افق تحت عنوان مقدار اختلاف[12] با مقدار d (رابطه ۱) نمایش داده شده است.

[8] Radiation
[9] Active Triangulation
[10] Projected Pattern
[11] Reference
[12] Disparity



شکل۴- به دست آوردن عمق Z برای نقطه ی P.

از طرفی طول b به عنوان فاصله‌ی مبنا[13]، فاصله‌ی بین مراکز دو سیستم مرجع دوربین و پروژکتور می باشد، از این رو عمق از(رابطه ۲) به دست می آید. در این رابطه f نشانگر فاصله‌ی کانونی دوربین مورد استفاده می باشد.

$$d = u_L - u_R \qquad (۱)$$

$$Z = \frac{b * |f|}{d} \qquad (۲)$$

سنجنده‌ی کینکت در هر ثانیه تعدای قالب[14] اخذ می کند، که این قالب‌ها حاوی اطلاعات پیکسلی از محیط اطراف می می باشند. که در قسمت عمق این داده‌های نماینگر فاصله سنجنده از اشیاء می باشد. برای هدف مورد نظر ما کمترین فاصله صفر و بیشترین آن ۳.۹۷۵ متر به دست آمده است.

۴- نتایج و بحث ها

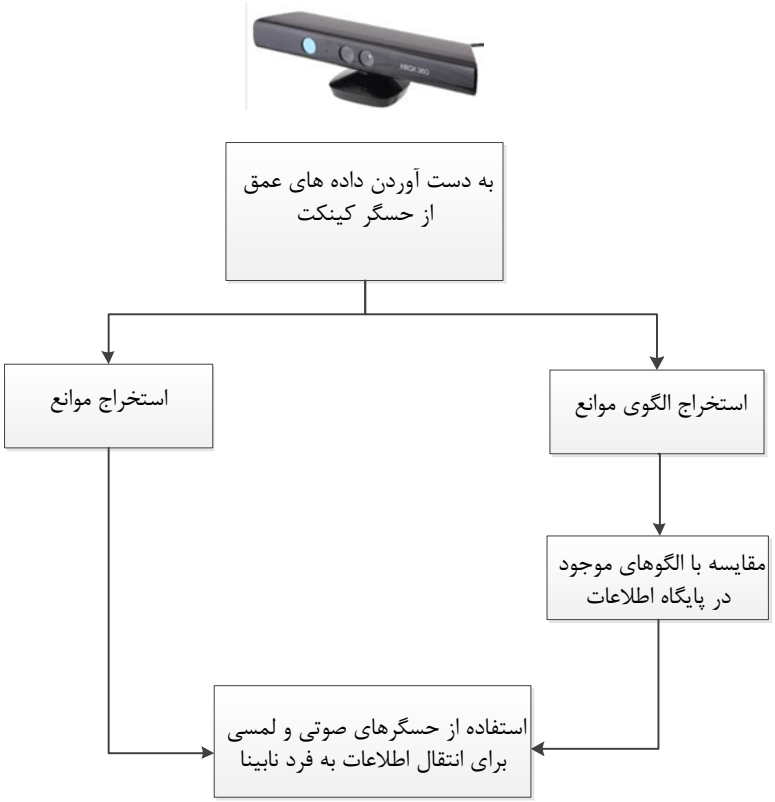
۴-۱- استفاده از کینکت در اخذ داده‌های پله

آنچه یک فرد نابینا برای تعامل بهتر با محیط خود نیاز دارد، درک صحیحی از موانع پیرامونی خود می باشد. در این راستا با استفاده از تصاویر عمق به دست آمده از کینکت می توان موانع موجود را استخراج نمود. پس از اخذ داده‌های نمونه (پله‌های ساختمان) با استفاده از سنجنده‌ی کینکت، تصویر به دست آمده را در نرم افزار مطلب باز می‌کنیم و پس از آن الگوی مورد نظر را با استفاده از کتاب خانه‌های ماشین بینایی استخراج می کنیم. فرآیند انجام کار در شکل(۵) نمایش داده شده است.

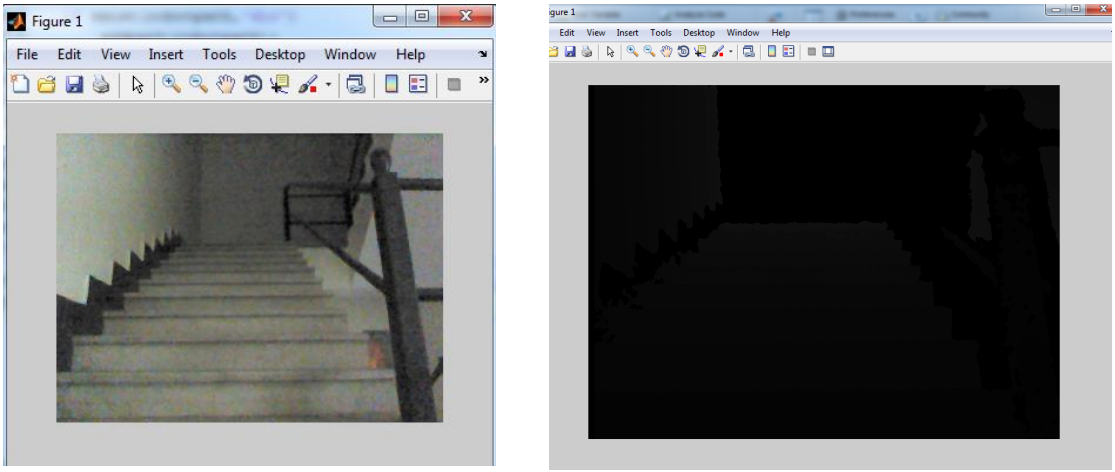
از آن جایی که روش‌های مختلفی برای اخذ اطلاعات سه بعدی مانند لیزر اسکنرها و دوربین‌های ToF موجود می باشد، تمرکز ما در این قسمت بر روی دوربین‌های استریو مانند کینکت معطوف می باشد. دوربین کینکت قابلیت اخذ اطلاعات عمق و تصاویر رنگی را به صورت همزمان فراهم می سازد. کینکت در واقع مجموعه ای از چندین حسگر و پردازنده است از این رو بهتر است آن را یک حسگر هوشمند نامید. یک دوربین سه رنگ(RGB)، پروژکتور مادون قرمز، حسگر مادون قرمز، آرایه‌ای از میکروفن‌ها و یک اسکن سه بعدی به روش مثلث بندی، حسگر های این وسیله را تشکیل می دهند. بدون استفاده از این ابزار، ساخت تصویر سه بعدی نیازمند صرف هزینه‌ی بسیار گزافی می باشد، اما اکنون این کار با کیفیت بسیار قابل قبولی نسبت به روش‌های دیگر امکان پذیر است. اطلاعات عمق به دست آمده از

[13] baseline
[14] frame

این حسگر دارای محدودیت فاصله‌ای تا ۵ متر می باشد. در شکل (۶) اطلاعات عمق اخذ شده از داده‌های نمونه نمایش داده شده است.



شکل۵- فرآیند هدایت افراد نابینا با استفاده از کینکت.

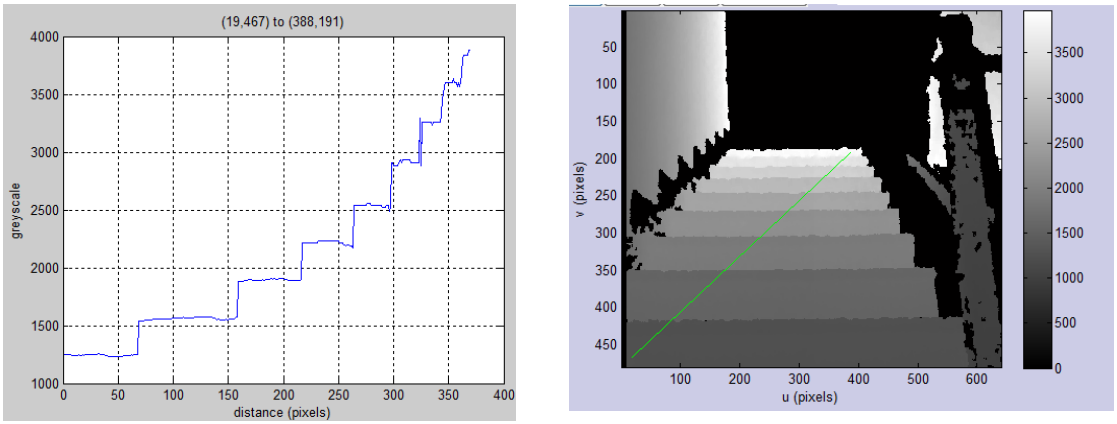


ب **الف**

شکل۶- (الف) تصویر عمق شانزده بیتی اخذ شده توسط کینکت (ب) تصویر RGB هشت بیتی اخذ شده توسط کینکت.

استخراج الگوی موانع از داده‌های عمق به دست آمده از کینکت با استفاده از کتاب‌خانه‌ی ماشین بینـایی در نـرم افـزار مطلب امکان شناسایی مانع را برای فرد نابینا فراهم می‌کند. این الگو با ایجاد امکان رسم یک خط بر روی تصویر مـورد

نظر ایجاد می گردد، شکل(۷). برای بالا بردن برآورد مانع می توان از یک پایگاه داده حاوی اطلاعات موانع استفاده کرد. در این مقاله به بررسی این مورد پرداخته نشده است.



ب

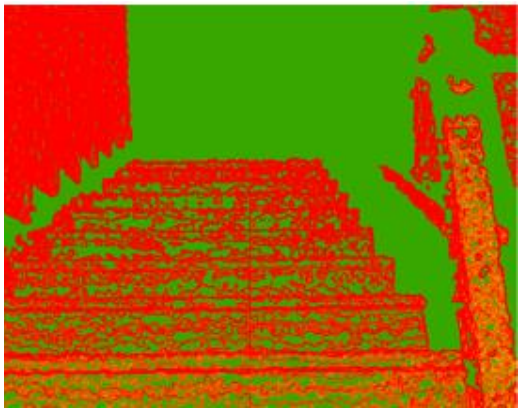
الف

شکل۷- (الف) رسم خط مورب بر روی داده‌های عمق. (ب) الگوی به دست آمده از داده‌های عمق.

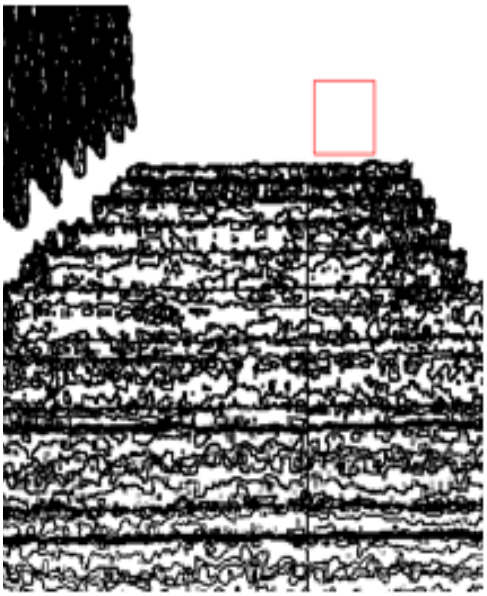
یکی از روش‌های مورد استفاده برای استخراج موانع موجود در تصاویر عمق استفاده از الگوریتم محاسبه‌ی شیب می باشد. از آن جایی که تصویر عمق به دست آمده از کینکت حاوی فواصل اشیاء مختلف تا سنجنده می باشد، با محاسبه‌ی شیب این تصویر می توان به طبقه بندی موانع موجود با تعیین یک حد آستانه‌ی مشخص رسید.

الف

ب



ج



د

شکل۸- استخراج موانع با استفاده از محاسبه ی شیب: الف) تصویر رنگی ب) تصویر عمق ج) محاسبه ی شیب د) تعیین موانع با مشخص کردن حد آستانه.

از طرف دیگر با استفاده از زبان جاوا برنامه‌ای برای به دست آوردن فاصله‌ی موانع تا کینکت نوشته شده است کـه از دو کتاب‌خانه SimpleOpenNI و Processing استفاده شده است، شکل(۹).

```
import SimpleOpenNI.*;
import processing.core.*;
public class Kinect extends PApplet {
    SimpleOpenNI kinect;
    public void setup(){
        size(640*2,480);
        kinect=new SimpleOpenNI(this);
        kinect.enableDepth();
        kinect.enableRGB();
    }
    public void draw(){
        kinect.update();
        PImage depthImage=kinect.depthImage();
        PImage rgbImage=kinect.rgbImage();
        image(depthImage,0,0);
        image(rgbImage,640,0);
    }
    public void mousePressed(){
        int c=get (mouseX,mouseY);
        println("x"+mouseX+"y"+mouseY );
        int[] depthValues=kinect.depthMap();
        int clickPosition = mouseX + (mouseY * 640);
        int clickedDepth = depthValues[clickPosition];
        float m = (float) (clickedDepth / 1000);
        println("m: " + m);


    }

}
```

شکل۹- برنامه ی محاسبه ی فاصله هر مانع تا حسگر

۵- نتیجه گیری

آن چه در این مقاله بیان شده است، شناسایی موانع موجود به کمک تصاویر عمق به دست آمده از کینکت در راستای تعامل بهتر فرد نابینا با محیط اطراف می باشد. به دست آوردن مدل موانع موجود به کمک اطلاعات عمق همراه با فواصل آن‌ها تا کینکت زمینه‌ی مناسبی برای ارتقای هدایت افراد نابینا در محیط های مسقف فراهم می سازد که می توان از این مفهوم به عنوان کمک راهنمایی به فرد نابینا در شناسایی موانع استفاده نمود. در حالت پیشرفته‌تر این سیستم علاوه بر داشتن کینکت از کنترلرها به همراه حسگرهای صوتی و لمسی برای انتقال اطلاعات به فرد نابینا استفاده می شود. از این رو می توان برای بالا بردن دقت از قطعه بندی کردن ابر نقاط به دست آمده از کینکت و مقایسه‌ی آن با مدل‌های موجود در پایگاه داده به برآوردی بهتری از موانع دست یافت. هدف بعدی در این زمینه بررسی طبقه بندی معنایی ابر نقاط به دست آمده برای استخراج اتوماتیک موانع می باشد.

مراجع

[1] P. Bahl and V. Padmanabhan, “RADAR: an In-building RF-based User Location and Tracking System,” INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies.Proceedings. IEEE, vol. 2, 2000, pp. 775–784

[2] K. Lorincz and M. Welsh, “MoteTrack: a Robust, Decentralized Approach to RF-based Location Tracking,” Personal and Ubiquitous Computing, vol. 11, no. 6, 2007, pp. 489–503

[3] M. Carter, H. Jin, M. Saunders, And Y. Ye, “Spaseloc: an Adaptive Subproblem Algorithm for Scalable Wireless Sensor Network Local-ization,” SIAM Journal on Optimization, vol. 17, no. 4, 2006, pp. 1102–1128.

[4]: Lewis, Philip M., et al. "Restoration of vision in blind individuals using bionic devices: A review with a focus on cortical visual prostheses." *Brain research*1595 (2015): 51-73.

[5]: Serrão, M., et al. "Indoor localization and navigation for blind persons using visual landmarks and a GIS." *Procedia Computer Science* 14 (2012): 65-73.

[6]: Picinali, Lorenzo, et al. "Exploration of architectural spaces by blind people using auditory virtual reality for the construction of spatial knowledge."*International Journal of Human-Computer Studies* 72.4 (2014): 393-407.

[7]: Filipe, Vítor, et al. "Blind navigation support system based on Microsoft Kinect." *Procedia Computer Science* 14 (2012): 94-101.

[8]: Alwi, Syed Rizal Alfam Wan, and Mohammad Nazir Ahmad. "Survey on outdoor navigation system needs for blind people." *Research and Development (SCOReD), 2013 IEEE Student Conference on*. IEEE, 2013.

[9]: Ding, Bin, et al. "The research on blind navigation system based on rfid."*Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2007. WiCom 2007. International Conference on*. IEEE, 2007.

[10]: Chumkamon, Sakmongkon, Peranitti Tuvaphanthaphiphat, and Phongsak Keeratiwintakorn. "A blind navigation system using RFID for indoor environments." *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, 2008. ECTI-CON 2008. 5th International Conference on*. Vol. 2. IEEE, 2008.

[11]: Kaklanis, Nikolaos, Konstantinos Votis, and Dimitrios Tzovaras. "Open Touch/Sound Maps: A system to convey street data through haptic and auditory feedback." *Computers & Geosciences* 57 (2013): 59-67.

[12]: Picinali, Lorenzo, et al. "Exploration of architectural spaces by blind people using auditory virtual reality for the construction of spatial knowledge."*International Journal of Human-Computer Studies* 72.4 (2014): 393-407.

[13]: Sabeti, Leila, Ehsan Parvizi, and Q. M. Wu. "Visual tracking using color cameras and time-of-flight range imaging sensors." *Journal of multimedia* 3.2 (2008): 28-36.

[14] O. Arif, W. Daley, P.A. Vela, J. Teizer, and J. Stewart. Visual tracking and segmentation using time-of-flight sensor. In Image Processing (ICIP), 2010 17th IEEE International Conference on , pages 2241 –2244, sept. 2010.

Depth evaluation of the images obtained from Kinect to guide blind people.

Sayyed Mohsen Mousavi[1*], Ali Hosseini Naveh[2]

1- Ms student of GIS in department of Geomatics, Faculty of Geodesy & Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran

m_mosavi1991@yahoo.com

2- Photogrammetry & RS Dept, Faculty of Geodesy & Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran

hosseininaveh@kntu.ac.ir

Abstract

Guiding blind people in different locations with using color and depth that comes from Kinect sensors, an inexpensive sensor, is a new method. Using the Kinect sensor in various fields showed its ability in obtaining the depth information, thus, in this article we want to conduct feasibility of using Kinect sensors to help blind peoples. In this regard, using data obtained depth, pattern of barriers and distances are calculated to Kinect. So the results of this paper are proper to improve the field of the optical model provides a guidance to the blind people. Here we are using depth data that obtained, pattern of barriers and distances are calculated to the Kinect. The results after depth data processing in the MATLAB using machine vision libraries suggests that it can be measured with increased accuracy by Kinect Xbox version to guide blind people. In other words, here we want to improve the field of optical model provides a guidance to the blind people.

Keywords: Kinect; depth information; blind people guidance