



دانشگاه بیرجند



اولین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران

۱۷-۱۹ اسفند ماه ۱۳۷۹

## روشی روشی شناسایی اجسام توسط موش و ربات هوشمند رباتهای هوشمند

دکتر محسن سریانی

عضو هیات علمی گروه برق

دانشکده فنی دانشگاه مازندران - بابل

شهاب روانبد

دانشجوی رشته مکانیک

دانشکده فنی دانشگاه مازندران - بابل

### چکیده:

در این مقاله روشی برای شناسایی پنیر توسط موش یا ربات هوشمند که در مسابقات سراسری رباتهای هوشمند با موفقیت به اجرا درآمده است ارائه می‌گردد. با توجه به مشخصات صحنه و اطلاع از تعداد و چگونگی قرار گرفتن اجسام رنگی در میدان مسابقه، الگوریتمی تهیه شده است که بتواند با تجزیه و تحلیل تصاویر دریافتی از ربات، جسم موردنظر را شناسایی و با تعیین موقعیت آن ربات را به سمت جسم هدایت نماید.

### واژگان کلیدی: بینایی (روبات، پردازش تصویر، شناسایی اجسام)

**مقدمه:** شناسایی اجسام موجود در تصاویر کاربردهای زیادی در هدایت رباتها، کنترل اتوماتیک خطوط تولید و امور نظامی و صنعتی دارند (۱ و ۲ و ۳). در مسابقات سراسری موشهای هوشمند که در مردادماه ۱۳۷۹ توسط شاخه دانشجویی IEEE دانشگاه آزاد تبریز برگزار گردید یکی از رشته‌های مسابقه هدایت یک ربات هوشمند جهت یافتن پنیر از میان اجسام متفاوت در میدان مسابقه بود. الگوریتمی که در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد جهت شناسایی جسم مطلوب در صحنه و هدایت ربات به سمت آن

ابداع گردیده است. در این الگوریتم با استفاده از موضوع تفکیک رنگها و مشخصات هندسی اجسام سعی گردیده است که در سریعترین زمان جسم مطلوب شناسائی و ربات به سمت آن هدایت گردد.

مشخصات صحنه مسابقه بقرار زیر است:

صحنه مسابقه ۴ متر در ۴ متر با رنگ سیاه و دیواره‌هایی به ارتفاع ۵۰ سانتیمتر.

هدف یافتن یک جسم مکعب شکل به ابعاد  $20 \times 20 \times 20$  سانتیمتر و به رنگ سفید مات میباشد که در نقطه‌ای از میدان قرار دارد. محل قرارگیری پنیر، حداقل به شعاع ۵۰ سانتیمتر از مرکز میدان فاصله دارد. سه شیء نامطلوب در میدان مسابقه قرار دارند که دارای مشخصات زیر می‌باشند.

۱- کره‌ای به رنگ زرد و به قطر ۱۰ سانتیمتر.

۲- ستونی به رنگ آبی به شکل مکعب مستطیل و به ابعاد  $5 \times 5 \times 30$  سانتیمتر. این جسم روی وجه مربعی خود روی زمین قرار خواهد گرفت.

۳- مخروطی به رنگ سبز به قطر ۵ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر. این مخروط روی قاعده خود بر روی پیست قرار دارد.

تماس با این اجسام به منزله خطا بوده و دارای امتیاز منفی خواهد بود.

در لحظه‌ای که هر عضوی از ربات با پنیر تماس یافت مسابقه به اتمام رسیده است.

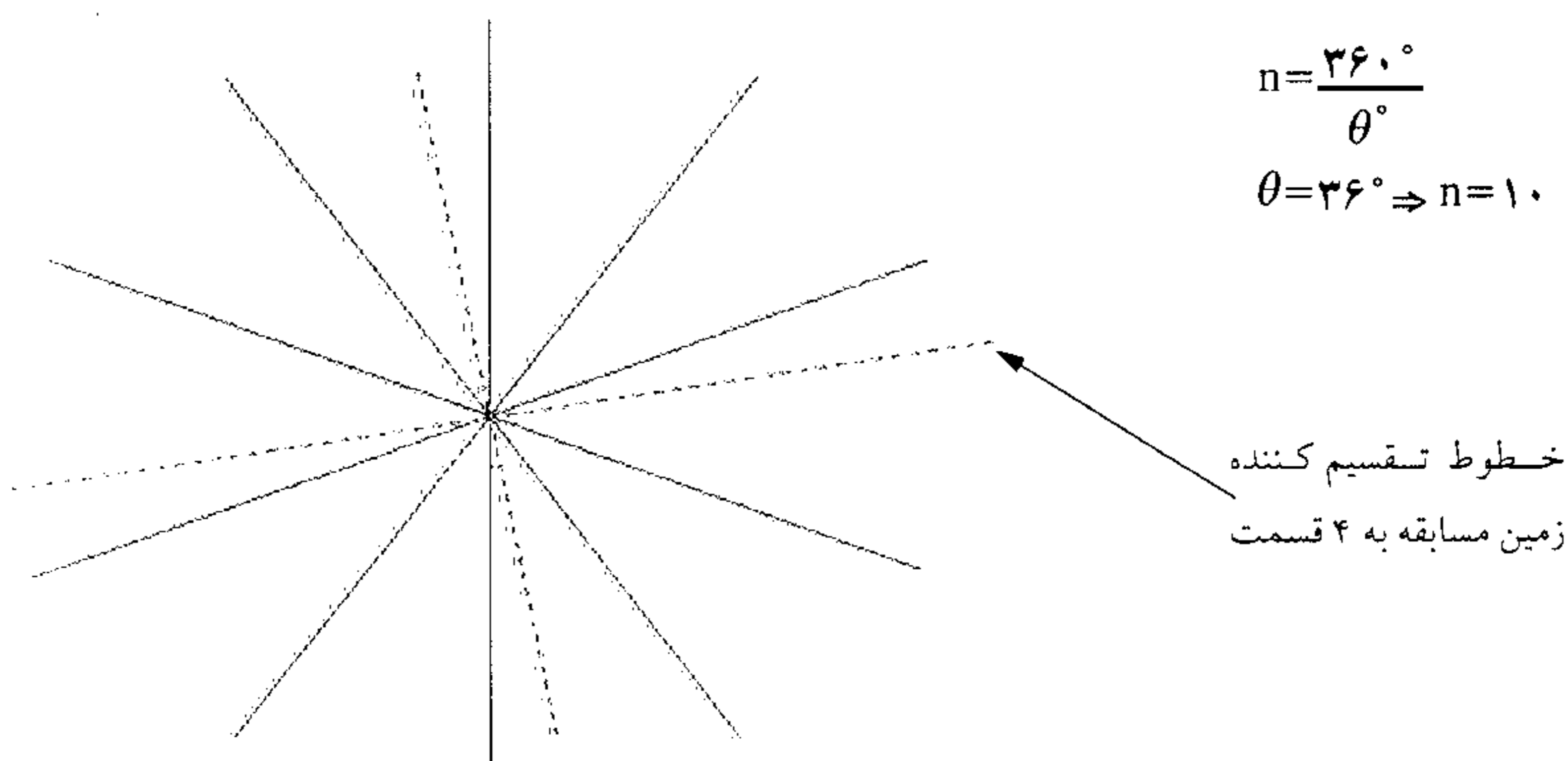
محل قرارگیری اجسام به گونه‌ای است که اگر پیست را به چهار قسمت مربعی شکل تقسیم کنیم، هر جسم در یک قسمت قرار گیرد. این اجسام بعد از قرارگیری ربات در پیست، توسط مسئول پیست چیده خواهند شد. بدیهی است با این طرز قرارگیری اجسام که در بالا توضیح داده شد، رباتی که در مرکز صحنه قرار گیرد، میتواند تمام اجسام را در دید خود داشته باشد و هیچ یک از اجسام با دیگری همپوشانی دید نخواهند داشت. فاصله هر جسم از مرکز پیست حداقل ۵۰ سانتیمتر خواهد بود.

ربات برتر، رباتی است از که بتواند پنیر را در کوتاه‌ترین زمان بیابد.

## روش کار:

برنامه اصلی هدایت ربات توسط نرم‌افزار Quick Basic 6.0 نوشته شده و از برنامه‌های Quick Basic 4.5 و نرم‌افزار Vidcap دوربین Webcap بترتیب بمنظور فرماندهی به موتورهای پله‌ای و دریافت تصویر از دوربین استفاده گردیده است.

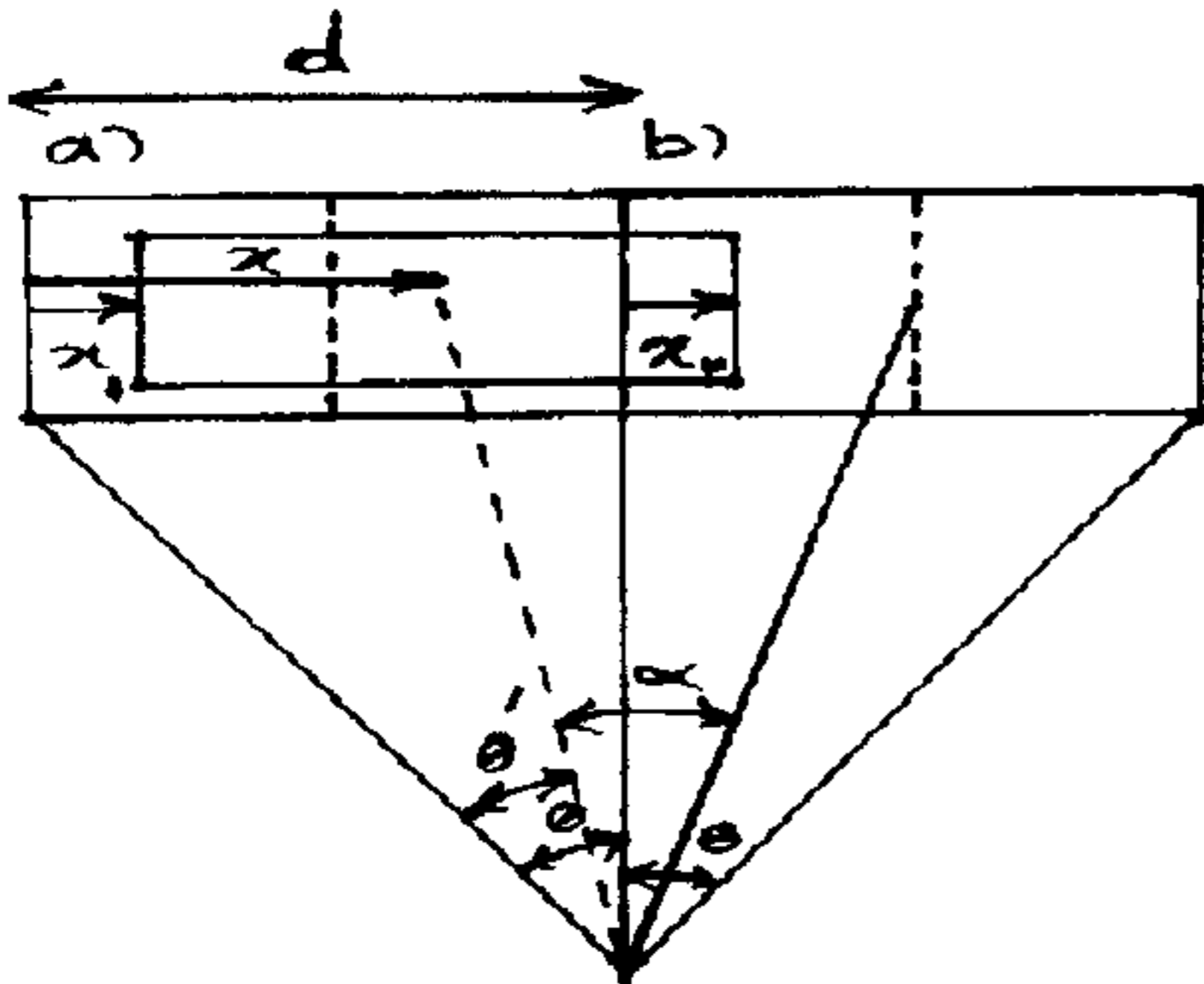
نحوه عملکرد بدین گونه است که نرم‌افزار نوشته شده توسط Visual Basic 6.0 و نرم‌افزار Vidcap با هم در محیط Windows 98, Multitasking اجرا می‌شوند و نرم‌افزار Project2 که توسط VB 6.0 نوشته شده است تصویر منطقه‌ای که برنامه Vidcap در آن اجراء شده است را دریافت می‌کند و درون بافری که بدین منظور تعیین شده قرار می‌دهد. سپس برنامه تصویر دریافتی را پردازش نموده و اطلاعات موردنیاز را استخراج می‌نماید. مکانیزم عمل و نحوه عملکرد برنامه بدین ترتیب است که ابتدا محیط دایره را تقسیم بر  $36^\circ$  که زاویه دید افقی (Horizontal) دوربین است می‌کند. عدد فوق تعداد حداقل تصاویر لازم برای یافتن جسم در زمین مسابقه می‌باشد.



بدین شیوه در کوتاهترین زمان می توان جسم مورد نظر را یافت. متناسب با وضعیت دوربین نسبت به پنیر

یکی از حالت های زیر برای تصویر فوق بوجود می آید:

۱- ربات پس از مشاهده تصویر لبه چپ از a به b می رود.



$$x = \frac{(d+x_1+x_2)}{2}$$

$$\theta' = \frac{\theta \cdot x}{f}$$

$$\alpha = 1/5 \theta - \theta'$$

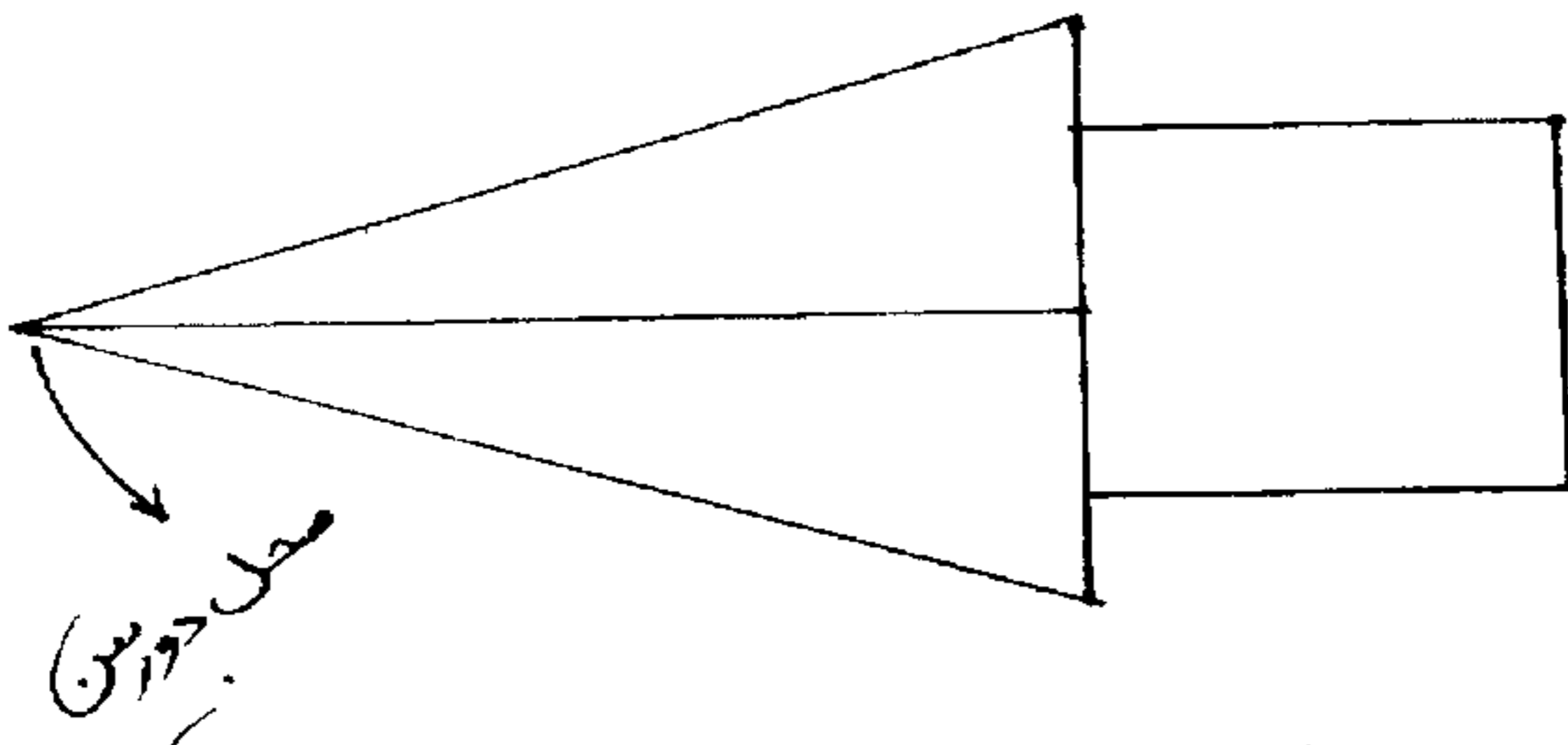
$\alpha$  درجه در جهت چپ حرکت کن

نکته ای که می بایست ذکر شود این است که الگوریتم برای پیدا کردن لبه های چپ و راست جسم تنها نوار

مرکزی تصویر را پردازش می کند این امر بدین دلیل آنست که چون جسم سفید (پنیر) دارای ارتفاع ۲۰cm

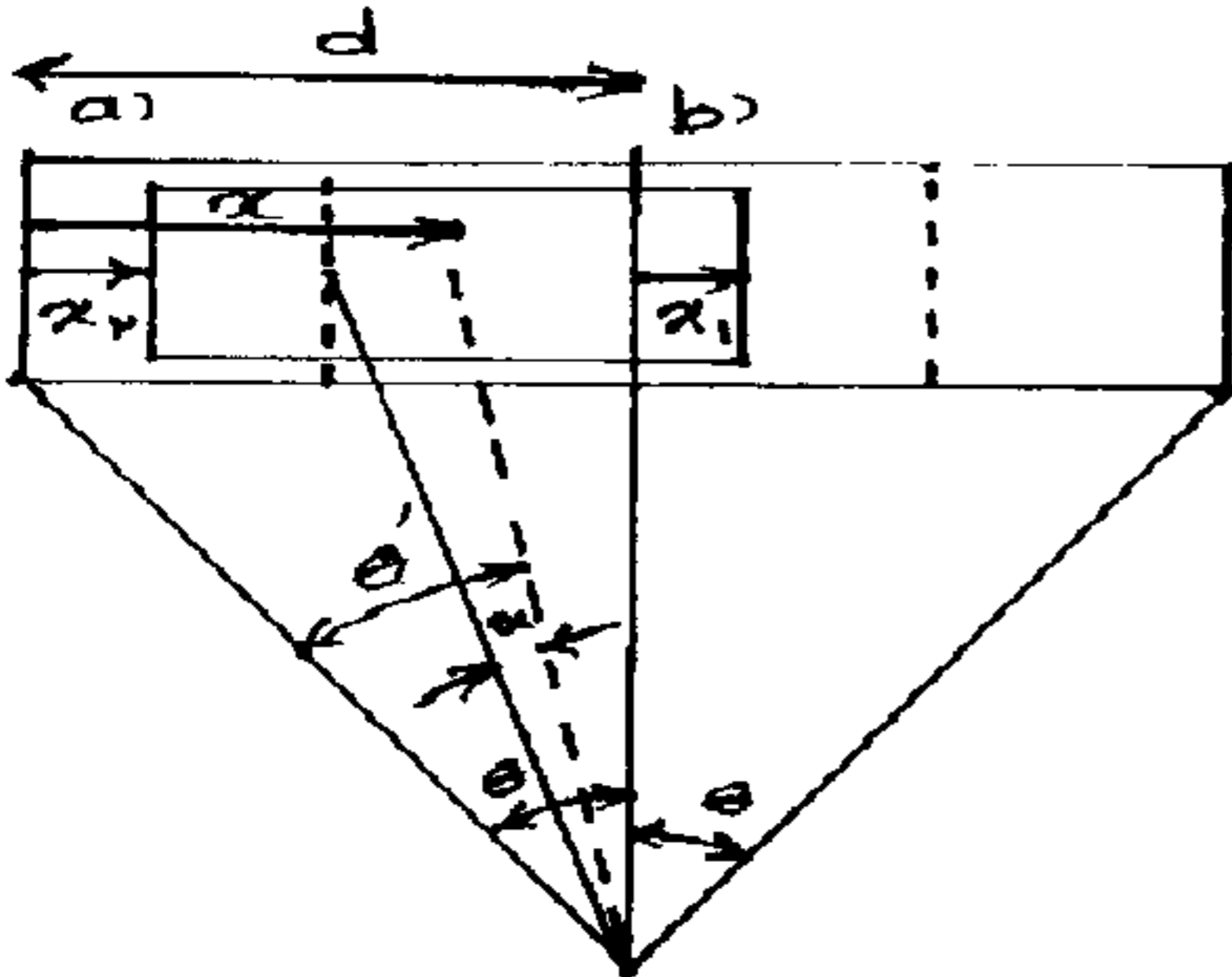
است و دوربین در ارتفاع ۱۰cm قرار گرفته همواره جسم سفید نسبت به خط میانی تقارن دارد. برای پیدا

کردن لبه چپ و راست تصویر از اختلاف رنگ بین پنیر (سفید) و زمینه (سیاه) استفاده شده است.



وقتی ربات به جسم نزدیک یا از آن دور می شود جسم همواره نسبت به خط وسط تقارن دارد.

۲- ربات پس از مشاهده لبه راست از  $b$  به  $a$  می رود.



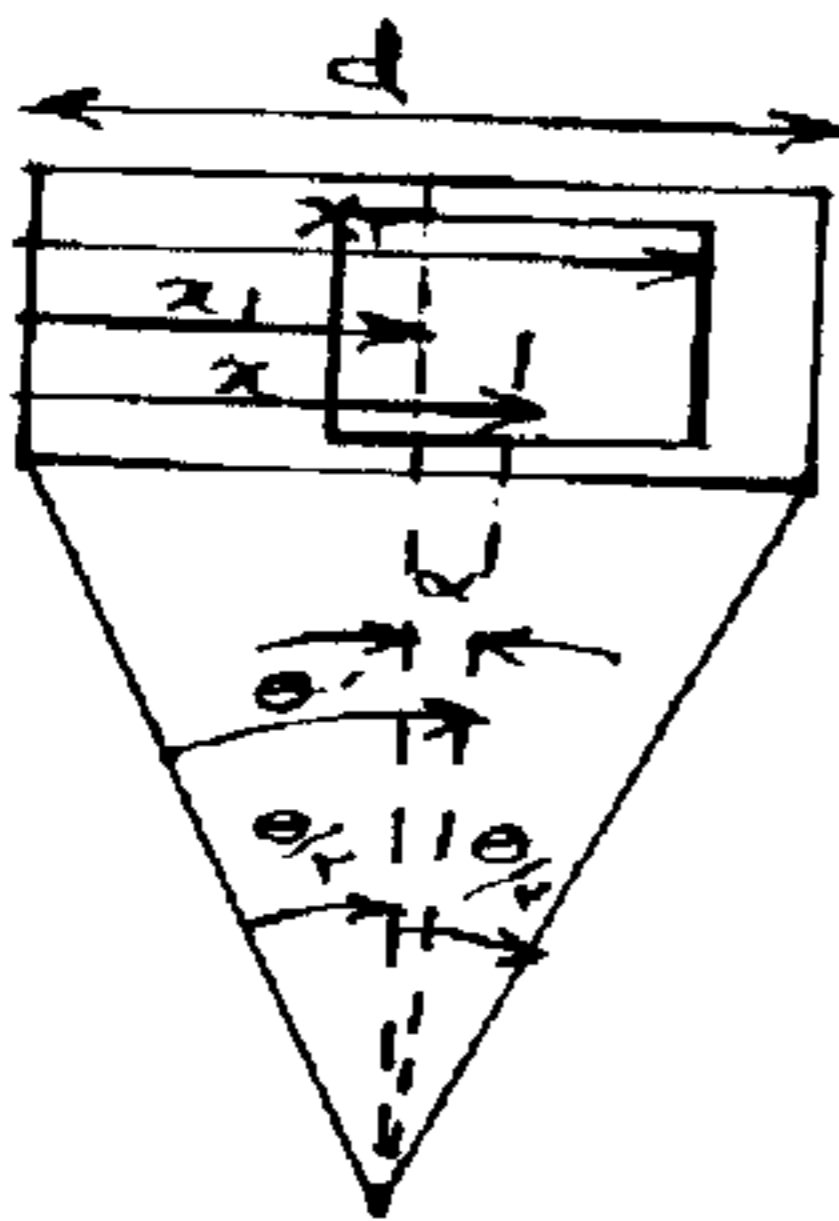
$$x = \frac{(d+x_1+x_2)}{2}$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta \cdot x}{d}$$

$$\alpha = \dot{\theta} - \frac{\theta}{2}$$

$\alpha$  در جهت راست حرکت کن

۳- ربات هر دو لبه را مشاهده می کند.



$$x' = \frac{(x_1+x_2)}{2}$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta \cdot x}{d}$$

$$\alpha = \left| \dot{\theta} - \frac{\theta}{2} \right|$$

$> 0$  در جهت راست حرکت کن

$< 0$  در جهت چپ حرکت کن

در این بین حالات دیگری نیز ممکن است بوجود آید که حالات خاص بحساب می آیند که عبارتند از:

۱- لبه چپ جسم منطبق بر لبه چپ تصویر است.

۲- لبه راست جسم منطبق بر لبه راست تصویر است.

۳- هر دو لبه جسم منطبق بر دو لبه تصویر هستند.

۴- دوربین بروی جسم قرار دارد (لبه های جسم بیرون از لبه های تصویر هستند) یعنی پس از انجام بیش

از ۲ مرحله چرخش جسم را جاروب می کند.

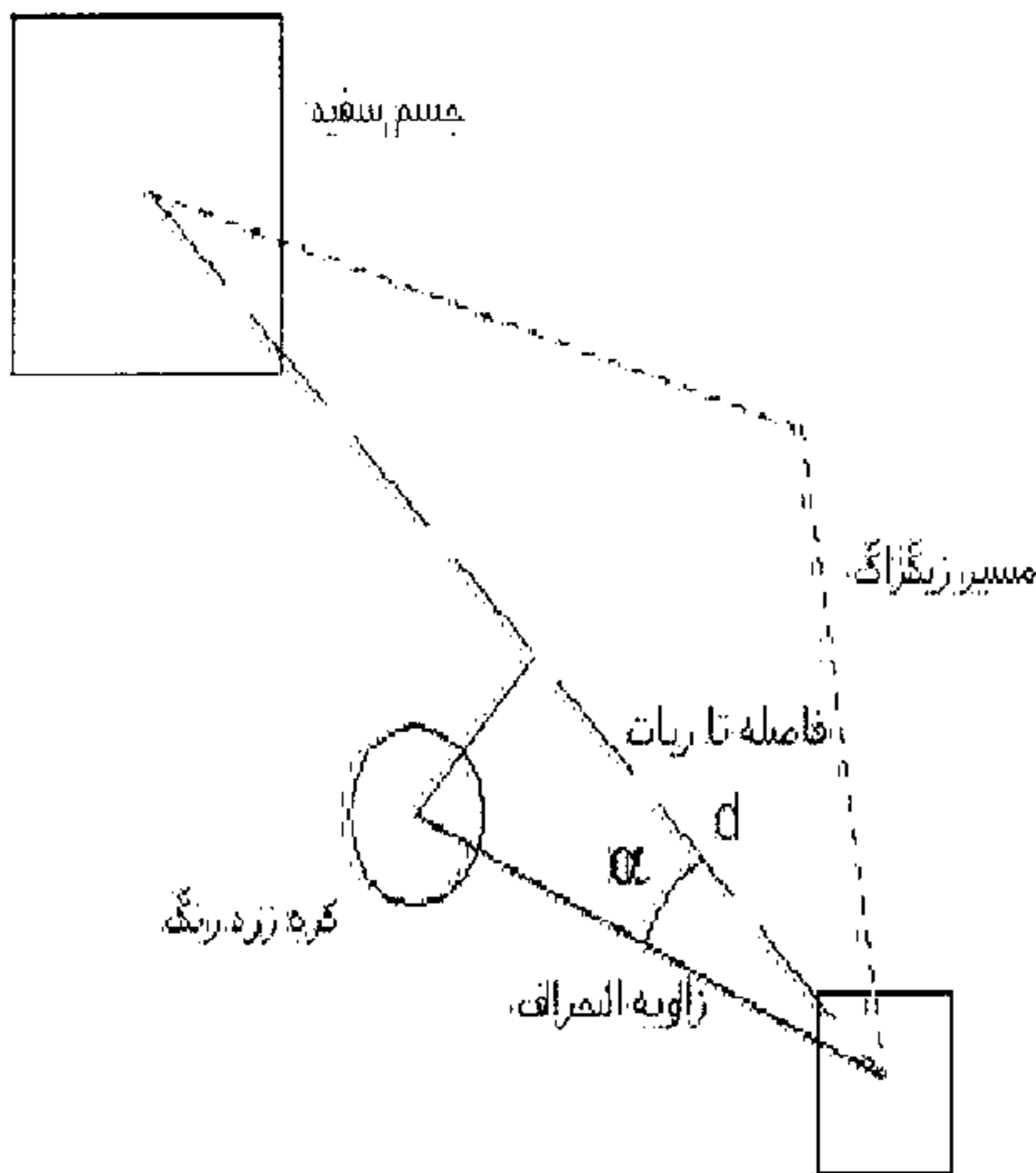
که هر یک در این مراحل با اضافه کردن ضرایبی مناسب یا نسبت دادن مقادیر  $x$  ها به  $0$  یا  $d$ ، الگوریتم

نتیجه گیری درستی می کند.

### پیدا کردن مانع:

ممکن است حالاتی پیش بیاید که ربات ضمن حرکت به سمت جسم سفید با لبه اجسام دیگر هم برخورد کند و مرتکب خطا شود. برای جلوگیری از این موضوع در صورتیکه ربات جسم مزاحمی را در مسیر حرکت به سمت پنیر مشاهده نماید یک مسیر زیگزاگ را طی می کند تا به جسم برسد.

در این مرحله ربات ابتدا فاصله جسم مزاحم تا ربات را تشخیص می دهد سپس از طریق فاصله بدست آمده و زاویه انحراف نسبت به خط وسط تصویر، فاصله تا وسط جسم سفید (پنیر) را تشخیص می دهد. اگر این فاصله از نصف عرض ربات کمتر شد ربات به اندازه زاویه انحراف  $\alpha$  در جهت خلاف جسم مزاحم می چرخد و شروع به حرکت بصورت زیگزاگ می کند. (مطابق شکل)



$$\text{فاصله تا جسم} = \text{فاصله تا خط}$$

مرکزی                      مزاحم

### بررسی رنگها توسط نمودار RGB در دستگاه کارتین:

می دانیم که هر رنگ از ترکیب سه رنگ قرمز، سبز و آبی ساخته می شود. بدین ترتیب می توان هر رنگ را بصورت یک نقطه در دستگاه کارتین نشان داد که دارای سه مؤلفه R، G، B است پس هر رنگ را می توان

بصورت زیر نمایش داد:

$$\text{Color} = \vec{R}_i + \vec{G}_j + \vec{B}_k$$

مقادیر R، G، B می‌تواند بین محدوده ۰ تا ۲۵۵ تغییر کنند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که  $256^3$  رنگ در نهایت خواهیم داشت. اگر تمامی رنگ‌ها را در دستگاه RGB مشخص کنیم یک مکعب تشکیل خواهند داد که طول هر ضلع آن ۲۵۶ واحد است.

هر رنگ در طبیعت دارای شدت‌های مختلفی است به عنوان مثال رنگ قرمز از قرمز کم‌رنگ شروع و تا قرمز پررنگ ادامه می‌یابد. این مجموعه محدوده‌ای از فضا را شامل می‌شود. می‌توان این محدوده فضایی را بین چند صفحه محدود کرد و از قوانین ریاضی برای تعیین رنگ استفاده نمود. یعنی با قرار دادن مختصات R، G، B در مختصات هر یک از صفحه‌ها محدوده‌ای که نقطه (یا رنگ) فوق در آن قرار دارد را پیدا کنیم.

به عنوان مثال صفحه P یکی از صفحه‌های فوق باشد.

$$P = ax + by + cz + d = 0$$

مختصات ۳ نقطه از مرزی که صفحه از آن می‌گذرد را بدست می‌آوریم. و آنها را بترتیب A و B و C می‌نامیم.

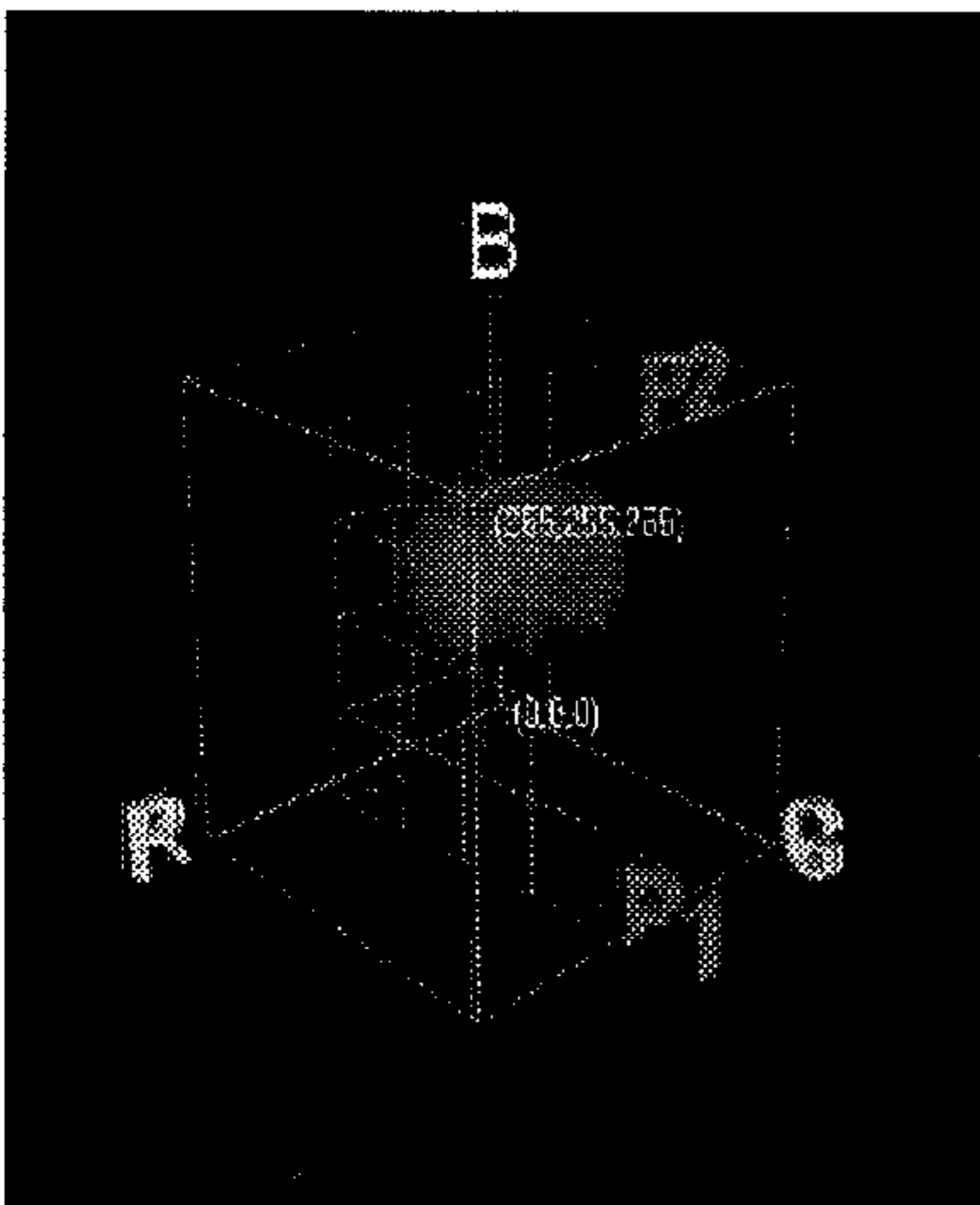
بردارهای AB و AC را بدست می‌آوریم.

$$\vec{AB} = (B_x - A_x, B_y - A_y, B_z - A_z)$$

$$\vec{AC} = (C_x - A_x, C_y - A_y, C_z - A_z)$$

سپس حاصلضرب برون‌ی آنها را بدست می‌آوریم و N می‌نامیم.

$$\vec{N} = \vec{AB} \cdot \vec{AC} = (a, b, c)$$



سه مقدار بدست آمده در مختصات کارتیزین را در معادله کلی صفحه قرار می دهیم تا معادله صفحه  $P$

بدست آید.

$$P = a(x - Ax) + b(y - Ay) + c(z - Az) = 0$$

پس از جدا کردن و تفکیک معادله آن را بصورت زیر در می آوریم.

$$P = ax + by + cz + \frac{(-aAx - bAy - cAz)}{d} = 0$$

$$ax + by + cz + d = 0$$

این عمل را مورد صفحات و مرزهای دیگر هم انجام می دهیم تا صفحات دیگر دربرگیرنده جسم هم

بدست آیند. که اگر از دید روبرو به آنها بنگریم ممکن است چنین شکلی داشته باشند.

حال به این مطلب توجه می کنیم که اگر

مختصات نقطه ای را در معادلات صفحه های

فوق قرار دهیم اگر در بالای صفحه بود مقدار

عبارت مثبت و اگر در پایین آن بود مقدار آن

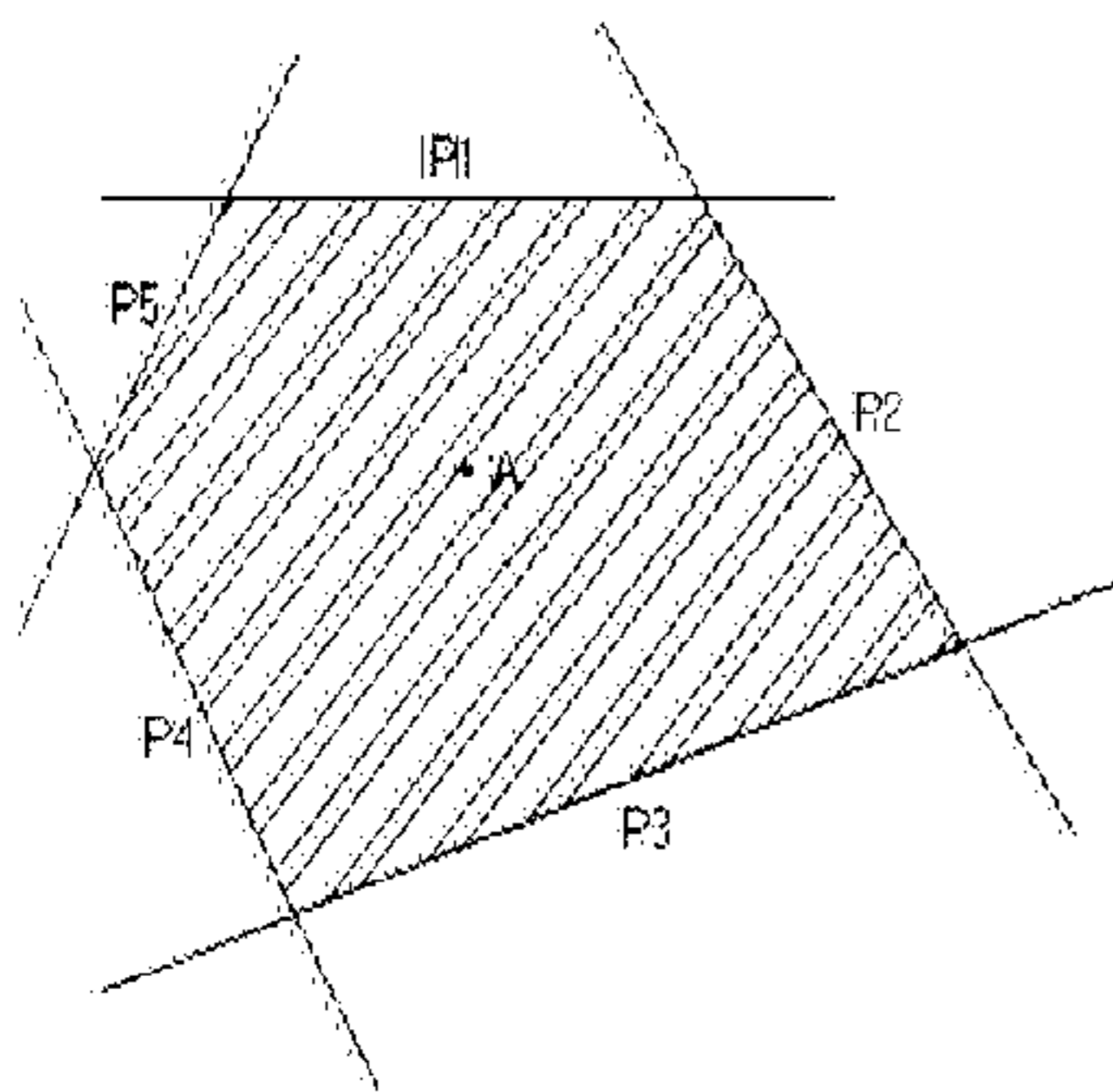
منفی می شود یعنی در معادله صفحه مختصات

$A$  را قرار می دهیم.

$P = 0$  اگر روی صفحه اگر

$P = > 0$  در بالای صفحه اگر

$P = < 0$  در پایین صفحه اگر



حال اگر نقطه  $A$  در منطقه فوق قرار داشت مقدار آن برای  $P_5$  و  $P_6$  و  $P_1$  منفی و برای  $P_4$  و  $P_3$  و  $P_2$  مثبت می شود.

از روش فوق برای شناسائی نقاط رنگی موجود در صحنه و تفکیک اجسام دارای رنگ های متمایز از

یکدیگر استفاده شده است.



## نتایج عملی در بکارگیری الگوریتم:

با ایجاد صحنه مسابقه و قرار دادن اجسام رنگی تعریف شده در مکانهای مختلف ربات را در وسط میدان قرار دادیم. نحوه قرار دادن ربات و جهت آن در دفعات مختلف تغییر داده شد. همچنین محل قرار گرفتن جسم مطلوب (پنیر) و اجسام نامطلوب (کره، ستون و مخروط) بدفعات تغییر یافتند. در تمام حالات ربات در کوتاهترین زمان موفق به یافتن هدف گردیده و خود را به آن رساند. در این روش شناسائی اجسام براساس تشخیص رنگهای متفاوت انجام گردید. با توجه به مشخص بودن ابعاد اجسام موجود در صحنه و ارتفاع ثابت دوربین نصب شده بر روی ربات (۱۰ cm) و زاویه دید ثابت دوربین، فقط سطری از تصویر که در وسط زاویه دید دوربین قرار می گیرد مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

برای توسعه الگوریتم و ایجاد قابلیت شناسائی اجسام در شرایطی غیر از شرایط این مسابقه می توان از تلفیق روشهای دیگر مورد استفاده در بینائی کامپیوتر مثل Projection, Edge Detection و تبدیلات فرکانسی نیز بهره برد (۴).

## مراجع:

- 1- Gonzalez, R. C. and Wintz, P.: 'Digital image processing, 2nd edition', Addison-Wesley, 1987.
- 2- Jain, A. K.: 'Fundamentals of Digital Image processing, Prentice-Hall, 1990.
- ۳- رضا صفابخش و سیدمجتبی حسینی: «شناسائی ۳ بعدی اشیاء پرنده»، مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس مهندسی برق ایران»، اردیبهشت ۱۳۷۸، مرکز تحقیقات مخابرات ایران.
- 4- Haralick, R. M., and Shapiro, L. G.: 'Survey: Image segmentation techniques', Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol. 29, 1985, PP. 100-132.