



مختصات؛ قهرمان اصلی انیمیشن‌ها

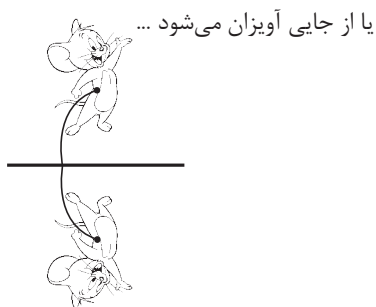
■ **کلیدواژه‌ها:** انیمیشن، مختصات، بازی، کامپیوتر، انتقال، دوران



نمایش‌های عروسکی امروزه جای خود را به انیمیشن‌های پیشرفته‌ی کامپیوتری داده‌اند. حتماً شما هم کارتون‌ها و بازی‌های کامپیوتری زیادی را سراغ دارید که تصاویر و حرکات آنها با استفاده از کامپیوتر طراحی شده و بزرگترهای زیادی را پای تلویزیون و کامپیوتر می‌خکوب می‌کنند. این تصاویر و حرکاتشان گاهی آن قدر طبیعی به نظر می‌رسند که باور نمی‌کنیم کامپیوتر از عهده‌ی چنین کاری برآمده باشد! کامپیوترهایی که مبنای کارشان، استفاده از اعداد و ارقام است، چگونه می‌توانند تصاویر و حرکات آنها را شبیه‌سازی کنند و چنین انیمیشن‌هایی را به وجود آورند؟ در این مقاله می‌خواهیم تا حدی به این سؤال پاسخ دهیم، یعنی ببینیم تصاویر و حرکت آنها را چگونه می‌توان به اعداد و ارقام تبدیل کرد تا برای کامپیوترها قابل فهم باشد. البته در این نوشته فقط می‌خواهیم به مقدمات این موضوع بپردازیم، زیرا پاسخ‌گویی کامل به این سؤال به

اطلاعات بیشتری نیاز دارد.

تبدیل تصاویر و حرکت‌هایشان به اعداد، کار ریاضی است، البته شما با بخشی از ریاضی که ما آن را با عنوان مختصات می‌شناسیم و صفحه مختصات و مختصات نقاط در صفحه، در شماره قبل مجله و در کتاب‌های درسی خود آشنا شده‌اید. در این نوشته نشان می‌دهیم که چگونه می‌توان تصاویر و حرکت آنها را با استفاده از مختصات به زبان اعداد ترجمه کرد به گونه‌ای که برای کامپیوتر قابل فهم باشد.

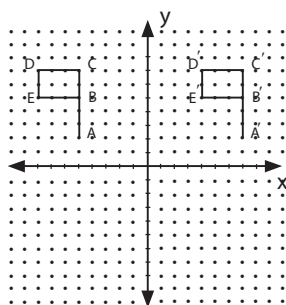


یا از جایی آویزان می‌شود ...
جری حتی گاهی بزرگ، کوچک یا کشیده می‌شود! کامپیوتر چگونه می‌تواند فقط با استفاده از اعداد، جری را این همه حرکت دهد؟

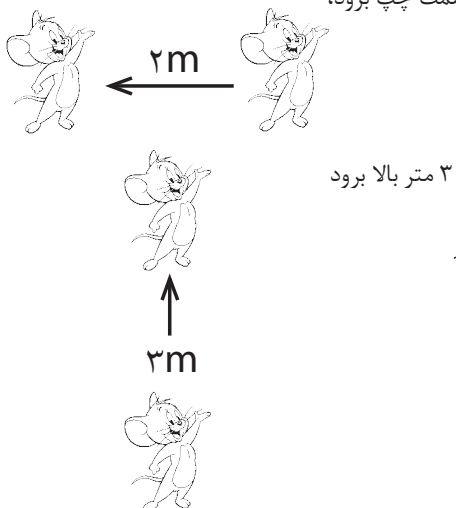


جری، جلو یا عقب می‌رود: انتقال

باز هم اجازه دهید برای سادگی کار از پرچم استفاده کنیم.
همان‌طور که در شکل می‌بینید پرچم ABCDE حرکت کرده و به A'B'C'D'E' تبدیل شده است.

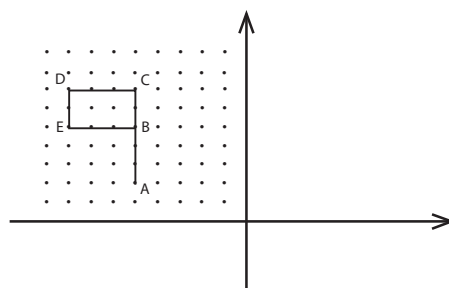


به این نوع حرکت، «انتقال» می‌گوییم. انتقال می‌تواند در جهت‌های مختلف باشد و به اندازه‌های مختلف. برای مثال جری ممکن است ۲ متر به سمت چپ برود،



در شماره گذشته دیدید که چگونه می‌توان با استفاده از مختصات تعدادی نقطه، قرار دادن آن نقاط روی صفحه مختصات و وصل کردن آنها به هم، یک ببر کشید. هرچه تعداد این نقاط بیشتر باشد و نقاط به هم نزدیک‌تر باشند، شکلی موردنظر طبیعی‌تر به نظر می‌رسد. بنابراین می‌توان یک ببر را با استفاده از تعداد زیادی مختصات نقاط مشخص کرد. تمام شکل‌ها و تصاویر را می‌توان با این روش به اعداد تبدیل کرد. قول می‌دهم نه فقط شما، بلکه هر کودک چهارساله و هر بزرگسال چهل‌ساله هم «جری» را می‌شناسد. کامپیوتر هم جری را با مختصات نقاطش می‌شناسد. جری برای ما یک موش زیرک است، اما برای کامپیوتر، لیستی از اعداد!

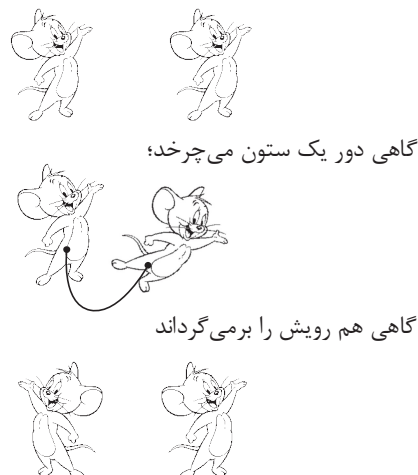
برای این که کار ما ساده‌تر شود و با اعداد کمتری سروکار داشته باشیم، از یک تصویر ساده‌تر برای مثال هایمان استفاده می‌کنیم. یک پرچم که با وصل کردن نقاط A، B، C، D، E ساخته شده است.



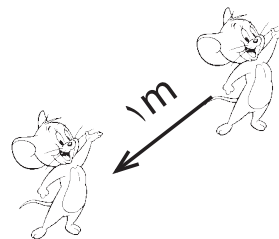
مختصات این نقاط به این صورت است:

$$\begin{array}{lll} A(-5, 2) & B(-5, 5) & C(-5, 7) \\ D(-8, 7) & E(-8, 5) & \end{array}$$

بنابراین پرچمی که در شکل دیده می‌شود، از نقاطی تشکیل شده که اعداد مختصات آنها را مشخص می‌کنند.
حالا که تا حدودی توانستیم تصاویر را به اعداد تبدیل کنیم باید به فکر حرکت آنها هم باشیم. ما چه بخواهیم و چه نخواهیم، جری حرکت می‌کند. او جلو یا عقب می‌رود؛



یا در جهتی دیگر یک متر جابه‌جا شود.



همه‌ی اینها انتقال هستند. پرچم $A'B'C'D'E'$ ، انتقال یافته‌ی پرچم $ABCDE$ است. این انتقال، ۱۲ واحد به سمت راست است. (چرا؟)
می‌گوییم A' انتقال یافته‌ی نقطه‌ی A است. مختصات نقاط A, D, C, B, A پس از انتقال تغییر می‌کند. مختصات نقاط جدید را بنویسید:

$$\begin{aligned} A(-5, 2) &\xrightarrow{\text{انتقال}} A'(\quad, \quad) \\ B(-5, 5) &\xrightarrow{\quad} B'(\quad, \quad) \\ C(-5, 7) &\xrightarrow{\quad} C'(\quad, \quad) \\ D(-8, 7) &\xrightarrow{\quad} D'(\quad, \quad) \\ E(-8, 5) &\xrightarrow{\quad} E'(\quad, \quad) \end{aligned}$$

مختصات هریک از نقاط جدید را با نقطه‌ی قبلی‌اش مقایسه کنید (مثلاً A' را با A مقایسه کنید، B' را با B و) چه رابطه‌ای بین آن‌ها می‌بینید؟ با این انتقال، طول نقاط چه تغییری کرده است؟ عرض نقاط چه تغییری کرده است؟

همان‌طور که می‌بینید، عرض نقاط تغییری نکرده است، ولی طول آن‌ها ۱۲ واحد زیاد شده است.

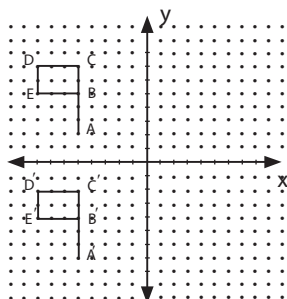
برای مثال نقطه‌ی $A(-5, 2)$ به نقطه‌ی $A'(-5+12, 2)$ تبدیل شده است.

در حالت کلی می‌توان گفت اگر یک شکل را ۱۲ واحد به سمت راست انتقال دهیم، مختصات هر نقطه مثل (a, b) روی شکلی اول پس از انتقال به $(a+12, b)$ روی شکل دوم تبدیل می‌شود.

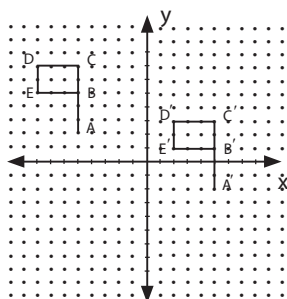
$$(a, b) \rightarrow (a+12, b)$$

این قانون مربوط به انتقال ۱۲ واحد به سمت راست است. کامپیوتر از این قانون برای انتقال ۱۲ واحدی جری به سمت راست استفاده می‌کند، یعنی به طول هریک از نقاط مشخص‌کننده‌ی تصویر جری، ۱۲ واحد اضافه می‌کند.

در هریک از شکل‌های زیر یک انتقال می‌بینید. در هریک از آنها ابتدا مختصات نقاط جدید را بنویسید، سپس سعی کنید قانون مربوط به آن انتقال را پیدا کنید.



$$\begin{aligned} A(\quad, \quad) &\longrightarrow A'(\quad, \quad) \\ B(\quad, \quad) &\longrightarrow B'(\quad, \quad) \\ C(\quad, \quad) &\longrightarrow C'(\quad, \quad) \\ D(\quad, \quad) &\longrightarrow D'(\quad, \quad) \\ E(\quad, \quad) &\longrightarrow E'(\quad, \quad) \end{aligned}$$



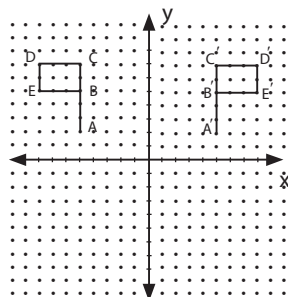
$$\begin{aligned} A(\quad, \quad) &\longrightarrow A'(\quad, \quad) \\ B(\quad, \quad) &\longrightarrow B'(\quad, \quad) \\ C(\quad, \quad) &\longrightarrow C'(\quad, \quad) \\ D(\quad, \quad) &\longrightarrow D'(\quad, \quad) \\ E(\quad, \quad) &\longrightarrow E'(\quad, \quad) \end{aligned}$$

همان‌طور که می‌بینید، بسته به این که بخواهیم جری به کدام سمت و به چه اندازه منتقل شود، باید دستورهای مختلفی را به کامپیوتر بدهیم. این دستورها به زبان اعداد هستند. برای مثال می‌گوییم: «طول هر نقطه را به اضافه ۵ و عرض هر نقطه را منهای ۲ کن».

جری دور یک ستون می‌چرخد: دوران

در شکل زیر می‌بینید که پرچم $ABCDE$ حول مبدأ مختصات چرخیده و به عبارت دیگر، دوران یافته است. همان‌طور که در شکل می‌بینید، زاویه‌ی این دوران، 90° است و دوران در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت صورت گرفته است. به همین دلیل می‌گوییم مبدأ مختصات، مرکز این دوران است، زیرا مختصات آن تغییری نکرده است.

محور y ها منعکس شده است. در واقع محور y ها مثل یک آینه عمل کرده است. به این تغییر، انعکاس یا تقارن نسبت به محور y ها می‌گوییم. قانون «انعکاس نسبت به محور y ها» را پیدا کنید.

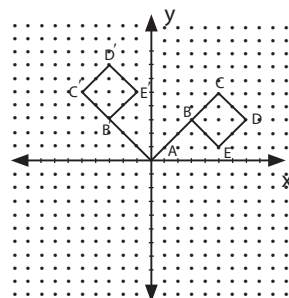


$$\begin{aligned} A(-4, 1) &\longrightarrow A'(-1, 1) \\ B(-4, 3) &\longrightarrow B'(-1, 3) \\ C(-2, 3) &\longrightarrow C'(-1, 3) \\ D(-2, 1) &\longrightarrow D'(-1, 1) \\ E(-4, 1) &\longrightarrow E'(-1, 1) \\ (a, b) &\longrightarrow (-1, b) \end{aligned}$$

حالا خودتان پرچم ABCDE را نسبت به محور x ها منعکس و شکلی حاصل را رسم کنید. سپس سعی کنید قانون «انعکاس نسبت به محور x ها» را بیابید.

$$\begin{aligned} A(-4, 1) &\longrightarrow A'(-4, -1) \\ B(-4, 3) &\longrightarrow B'(-4, -3) \\ C(-2, 3) &\longrightarrow C'(-2, -3) \\ D(-2, 1) &\longrightarrow D'(-2, -1) \\ E(-4, 1) &\longrightarrow E'(-4, -1) \\ (a, b) &\longrightarrow (a, -b) \end{aligned}$$

شاید بتوان «مختصات» را «قهرمان اصلی انیمیشن‌ها» نامید! در واقع مختصات، پایه اصلی گرافیک کامپیوتری است که طراحان و مهندسان در ساخت کارتون‌ها، بازی‌های کامپیوتری، جلوه‌های ویژه فیلم‌ها، طراحی اتومبیل و ساختمان و طراحی داخلی منازل از آن استفاده می‌کنند



با توجه به شکل، مختصات دوران یافته نقاط E, D, C, B, A را

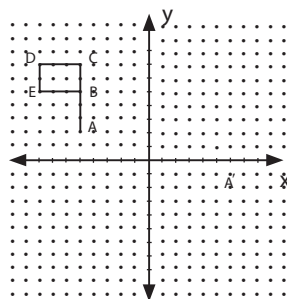
بنویسید.

$$\begin{aligned} A(1, 1) &\longrightarrow A'(1, 1) \\ B(1, 3) &\longrightarrow B'(1, 3) \\ C(3, 3) &\longrightarrow C'(3, 3) \\ D(3, 1) &\longrightarrow D'(3, 1) \\ E(1, 1) &\longrightarrow E'(1, 1) \end{aligned}$$

حالا سعی کنید قانون «دوران 90° در خلاف جهت عقربه‌های ساعت حول مبدأ مختصات» را پیدا کنید. برای این کار مختصات نقاط جدید را با نقاط قبلی مقایسه کنید.

$$(a, b) \longrightarrow (-b, a)$$

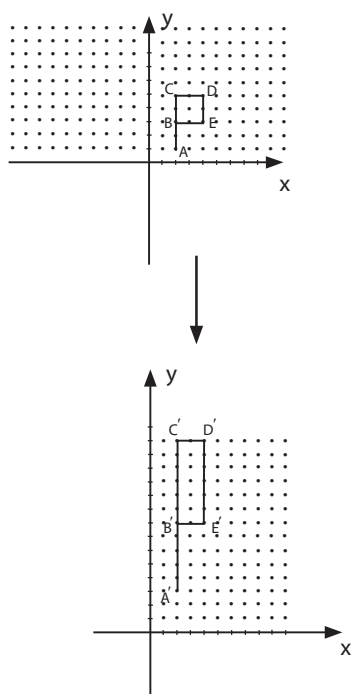
این بار سعی کنید قانون: دوران 180° در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت حول مبدأ مختصات» را پیدا کنید.



$$\begin{aligned} A(-4, 1) &\longrightarrow A'(-1, 1) \\ B(-4, 3) &\longrightarrow B'(-1, 3) \\ C(-2, 3) &\longrightarrow C'(-1, 3) \\ D(-2, 1) &\longrightarrow D'(-1, 1) \\ E(-4, 1) &\longrightarrow E'(-1, 1) \\ (a, b) &\longrightarrow (-1, b) \end{aligned}$$

جری رویش را برمی‌گرداند یا از جایی آویزان می‌شود: انعکاس. همان‌طور که در شکل می‌بینید، پرچم ABCDE نسبت به

$$\begin{aligned} A(\quad , \quad) &\longrightarrow A'(\quad , \quad) \\ B(\quad , \quad) &\longrightarrow B'(\quad , \quad) \\ C(\quad , \quad) &\longrightarrow C'(\quad , \quad) \\ D(\quad , \quad) &\longrightarrow D'(\quad , \quad) \\ E(\quad , \quad) &\longrightarrow E'(\quad , \quad) \\ (a,b) &\longrightarrow (\quad , \quad) \end{aligned}$$



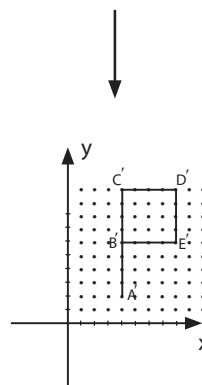
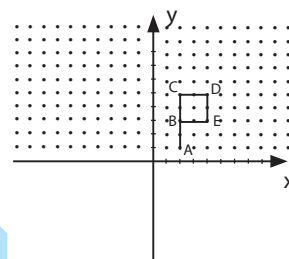
$$\begin{aligned} A(\quad , \quad) &\longrightarrow A'(\quad , \quad) \\ B(\quad , \quad) &\longrightarrow B'(\quad , \quad) \\ C(\quad , \quad) &\longrightarrow C'(\quad , \quad) \\ D(\quad , \quad) &\longrightarrow D'(\quad , \quad) \\ E(\quad , \quad) &\longrightarrow E'(\quad , \quad) \\ (a,b) &\longrightarrow (\quad , \quad) \end{aligned}$$

برای آشنایی بیشتر با تبدیلات هندسی، به مقاله «تبدیلات هندسی» که در شماره ۵۷ مجله رشد برهان راهنمایی (دوره شانزدهم، شماره ۳، بهار ۹۰) چاپ شده است، مراجعه کنید.
توجه: پاسخ پرسش‌های این مقاله را در صفحه ۱۶ همین مجله می‌یابید.



جری، بزرگ، کوچک یا کشیده می‌شود: تنجاس.

هریک از شکل‌های زیر، نوعی از «تنجاس» را نشان می‌دهند. در هر مورد، قانون مربوط را پیدا کنید:



$$\begin{aligned} A(\quad , \quad) &\longrightarrow A'(\quad , \quad) \\ B(\quad , \quad) &\longrightarrow B'(\quad , \quad) \\ C(\quad , \quad) &\longrightarrow C'(\quad , \quad) \\ D(\quad , \quad) &\longrightarrow D'(\quad , \quad) \\ E(\quad , \quad) &\longrightarrow E'(\quad , \quad) \\ (a,b) &\longrightarrow (\quad , \quad) \end{aligned}$$

