مختصات؛ قهرمان اصلیِ انیمیشن‌ها

لیلا خسروشاهی

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

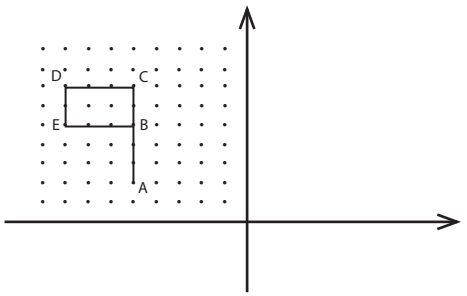
نمایش‌های عروسکی امروزه جای خود را به انیمیشن‌های پیشرفته‌ی کامپوتری داده‌اند. حتماً شما هم کارتون‌ها و بازی‌های کامپیوتری زیادی را سراغ دارید که تصاویر و حرکات آنها با استفاده از کامپیوتر طراحی شده و بزرگترهای زیادی را پای تلویزیون و کامپیوتر میخکوب می‌کنند. این تصاویر و حرکاتشان گاهی آن‌قدر طبیعی به نظر می‌رسند که باور نمی‌کنیم کامپیوتر از عهدهٔ 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، کارِ ریاضی است، البته شما با بخشی از ریاضی که ما آن را با عنوان مختصات می‌شناسیم و صفحهٔ مختصات و مختصاتِ نقاط در صفحه، در شمارهٔ 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 زبانِ اعداد ترجمه کرد به گونه‌ای که برای کامپیوتر قابل فهم باشد.

در شـمارهٔ گذشته دیدید که چگونه می‌توان با استفاده از مختصات تعـدادی نقطه، قرار دادن آن نقـاط روی صفحهٔ مختصات و وصل کردن آنها به هم، یک ببر کشـید. هرچه تعداد این نقاط بیشتر باشد و نقاط به هم نزدیک‌تر باشـند، شـکلِ موردنظر طبیعی‌تر به نظر می‌رسد. بنابراین می‌توان یک ببر را با اسـتفاده از تعداد زیادی مختصاتِ نقاط مشـخص کرد. تمام شـکل‌ها و تصاویر را می‌توان با این روش به اعداد تبدیل کرد. قول می‌دهم نه فقط شـما، بلکه هر کودک چهارسـاله و هر بزرگسـال چهل‌سـاله هم «جری»را می‌شناسـد. کامپیوتر هم جری را با مختصاتِ نقاطـش می‌شناسـد. جری بـرای ما یک مـوشِ زیرک اسـت، اما برای کامپوتر، لیستی از اعداد!

برای این‌که کار ما سـاده‌تر شـود و با اعداد کمتری سـروکار داشته باشـیم، از یک تصویر سـاده‌تر برای مثال‌هایمان استفاده می‌کنیم: یک پرچم که با وصل کردن نقاط A، B، C، D، E ساخته شده است.



مختصات این نقاط به این صورت است:

A(-۵ , ۲)　　B(-۵ , ۵)　　C(-۵ , ۷)

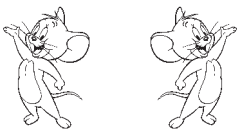
D(-۸ , ۷)　　E(-۸ , ۵)

بنابراین پرچمی که در شـکل دیده می‌شود، از نقاطی تشکیل شده که اعداد مختصات آنها را مشخص می‌کنند.

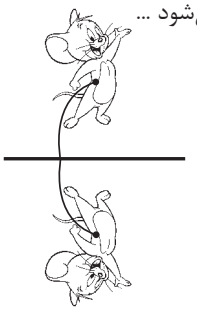
حالا که تا حدودی توانسـتیم تصاویر را به اعداد تبدیل کنیم باید به فکر حرکت آنها هم باشـیم. ما چه بخواهیم و چه نخواهیم، جری حرکت می‌کند. او جلو یا عقب می‌رود؛

گاهی دور یک ستون می‌چرخد؛

گاهی هم رویش را برمی‌گرداند



یا از جایی آویزان می‌شود ...

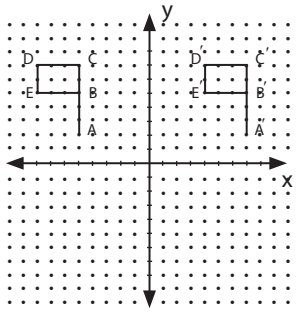


جری حتی گاهی بزرگ، کوچک یا کشیده می‌شود! کامپیوتر چگونه می‌تواند فقط با استفاده از اعداد، جری را این همه حرکت دهد؟

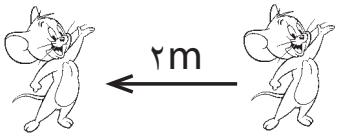
جری، جلو یا عقب می‌رود: انتقال

باز هم اجازه دهید برای سادگیِ کار از پرچم استفاده کنیم.

همان‌طور که در شکل می‌بینید پرچم ABCDE حرکت کرده و به A'B'C'D'E' تبدیل شده است.

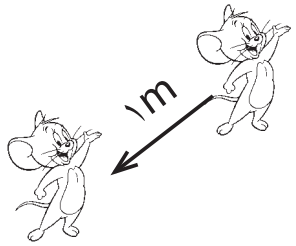


به این نوع حرکت، «**انتقال**» می‌گوییم. انتقال می‌تواند در جهت‌های مختلف باشد و به اندازه‌های مختلف. برای مثال جری ممکن است ۲ متر به سمت چپ برود،



۳ متر بالا برود

یا در جهتی دیگر یک متر جابه‌جا شود.



همه‌ی اینها انتقال هستند. پرچم A'B'C'D'E' ، انتقال یافتهٔ پرچم ABCDE است. این انتقال، ۱۲ واحد به سمت راست است. (چرا؟)

می‌گوییم 'A انتقال‌یافتهٔ نقطهٔ A است. مختصات نقاطِ E،D،C،B،A پس از انتقال تغییر می‌کند. مختصاتِ نقاطِ جدید را بنویسید:

A (-۵ , ۲) $\xrightarrow{\text{انتقال}}$ A´(,)

B (-۵ , ۵) ⟶ B´(,)

C (-۵ , ۷) ⟶ C´(,)

D (-۸ , ۷) ⟶ D´(,)

E (-۸ , ۵) ⟶ E´(,)

مختصاتِ هریک از نقاطِ جدید را با نقطهٔ قبلی‌اش مقایسه کنید (مثلاً 'A را با A مقایسه کنید، 'B را با B و ....) چه رابطه‌ای بین آن‌ها می‌بینید؟ با این انتقال، طولِ 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.

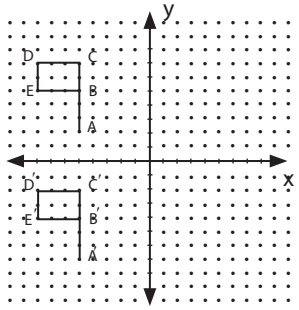
برای مثال نقطهٔ (۲ و ۵-) A به نقطهٔ (۲ و ۱۲+۵-) A' تبدیل شده است.

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

$$(a,b)\rightarrow(a+۱۲,b)$$

این قانون مربوط به انتقال ۱۲ واحد به سمت راست است. کامپیوتر از این قانون برای انتقال ۱۲ واحدیِ جری به سمت راست استفاده می‌کند، یعنی به طولِ هریک از نقاطِ مشخص‌کنندهٔ تصویر جری، ۱۲ واحد اضافه می‌کند.

در هریک از شکل‌های زیر یک انتقال می‌بینید. در هریک از آنها ابتدا مختصاتِ نقاطِ جدید را بنویسید، سپس سعی کنید قانونِ مربوط به آن انتقال را پیدا کنید.



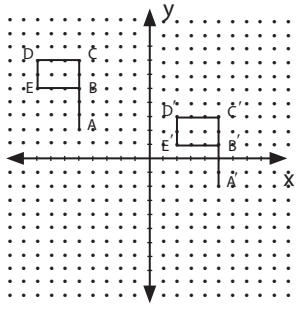
A(,) ⟶ A´(,)

B(,) ⟶ B´(,)

C(,) ⟶ C´(,)

D(,) ⟶ D´(,)

E (,) ⟶ E´(,)



A(,) ⟶ A´(,)

B(,) ⟶ B´(,)

C(,) ⟶ C´(,)

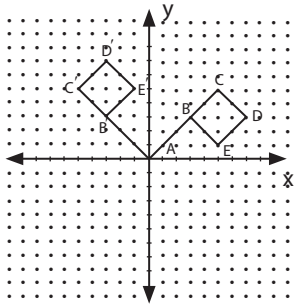
D(,) ⟶ D´(,)

E (,) ⟶ E´(,)

همان‌طور که می‌بینید، بسته به این‌که 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 اضافهٔ ۵ و عرض هر نقطه را منهایِ ۲ کن».

جری دور یک ستون می‌چرخد: دَوَران

در شکل زیر می‌بینید که پرچم ABCDE حولِ مبدأ مختصات چرخیده و به عبارت دیگر، دوران یافته است. همان‌طور که در شکل می‌بینید، زاویهٔ این دوران، ۹۰° 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.



با توجه به شـکل، مختصاتِ دوران‌یافتهٔ نقـاط A، B، C، D، E را بنویسید.

A (۰ , ۰) ⟶ A′ (,)

B (۳ , ۳) ⟶ B′ (,)

C (۵ , ۵) ⟶ C′ (,)

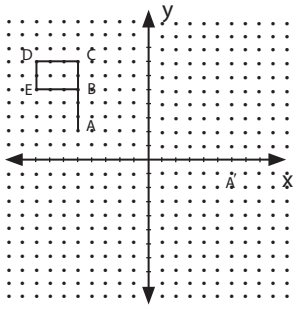
D (۷ , ۳) ⟶ D′ (,)

E (۵ , ۱) ⟶ E′ (,)

حالا سعی کنید قانونِ «دورانِ ۹۰° در خلاف جهت گردش عقربه‌های سـاعت حول مبدأ مختصات» را پیدا کنید. برای این کار مختصات نقاط جدید را با نقاط قبلی مقایسه کنید.

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

ایـن بار سـعی کنید قانـونِ :دوران ۱۸۰° در خـلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت حولِ مبدأ مختصات» را پیدا کنید.



A(,) ⟶ A′(,)

B(,) ⟶ B′(,)

C(,) ⟶ C′(,)

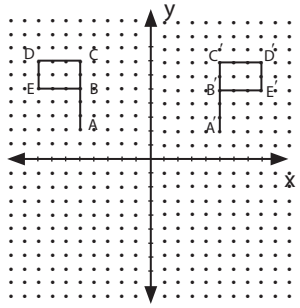
D(,) ⟶ D′(,)

E(,) ⟶ E′(,)

(a,b) ⟶ (,)

جـری رویـش را برمی‌گردانـد یـا از جایی آویزان می‌شـود:

انعکاس. همان‌طور که در شـکل می‌بینید، پرچم ABCDE نسـبت به محور yها منعکس شـده اسـت. در واقع محور yهـا مثل یک آینه عمل کرده است. به این تغییر، انعکاس یا تقارن نسبت به محور yها می‌گوییم. قانونِ «انعکاس نسبت به محور yها»را پیدا کنید.



A(,) ⟶ A′(,)

B(,) ⟶ B′(,)

C(,) ⟶ C′(,)

D(,) ⟶ D′(,)

E(,) ⟶ E′(,)

(a,b) ⟶ (,)

حـالا خودتان پرچمِ ABCDE را نسـبت به محـور xها منعکس و شـکلِ حاصل را رسم کنید. سـپس سعی کنید قانون «انعکاس نسبت به محور xها» را بیابید.

A(,) ⟶ A′(,)

B(,) ⟶ B′(,)

C(,) ⟶ C′(,)

D(,) ⟶ D′(,)

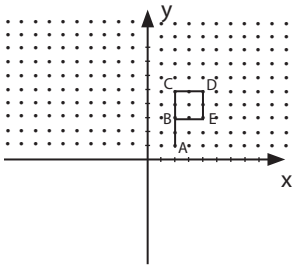
E(,) ⟶ E′(,)

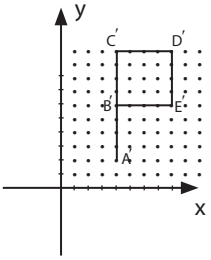
(a,b) ⟶ (,)

شاید بتوان «مختصات» را «قهرمان اصلـی انیمیشـن‌ها» نامیـد! در واقـع مختصات، پایهٔ اصلی گرافیک کامپیوتری اسـت کـه طراحـان و مهندسـان در سـاخت کارتون‌ها، بازی‌های کامپیوتری، جلوه‌های ویژهٔ فیلم‌هـا، طراحی اتومبیل و ساختمان و طراحیِ داخلیِ منازل از آن استفاده می‌کنند

جری، بزرگ، کوچک یا کشیده می‌شود: تجانس.

هریک از شـــکل‌های زیر، نوعی از «تجانس» را نشان می‌دهند. در هر مورد، قانونِ مربوط را پیدا کنید:





A(,) ⟶ A′(,)

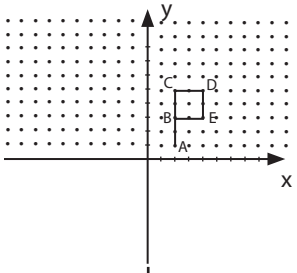
B(,) ⟶ B′(,)

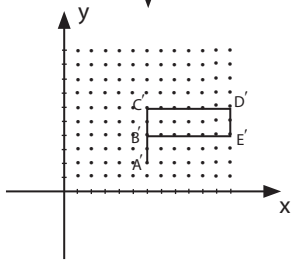
C(,) ⟶ C′(,)

D(,) ⟶ D′(,)

E(,) ⟶ E′(,)

(a,b) ⟶ (,)





انتقال، دوران، انعکاس و تناجس، «تبدیل»هایی هستند که می‌توانند روی شکل‌ها تغییر ایجاد کنند و آنها را در یک موقعیت جدید قرار دهند

A(,) ⟶ A′(,)

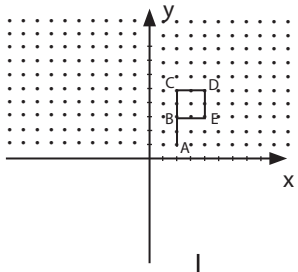
B(,) ⟶ B′(,)

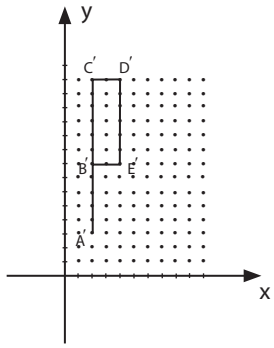
C(,) ⟶ C′(,)

D(,) ⟶ D′(,)

E(,) ⟶ E′(,)

(a,b) ⟶ (,)





A(,) ⟶ A′(,)

B(,) ⟶ B′(,)

C(,) ⟶ C′(,)

D(,) ⟶ D′(,)

E(,) ⟶ E′(,)

(a,b) ⟶ (,)

برای آشنایی بیشتر با تبدیلات هندسی، به مقاله «تبدیلات هندسی» که در شـــمارهٔ ۵۷ مجلهٔ رشد برهان راهنمایی (دورهٔ شانزدهم، شمارهٔ ۳، بهار ۹۰) چاپ شده است، مراجعه کنید.

توجه: پاســخ پرســش‌های این مقاله را در صفحــهٔ ۱۶ همین مجله می‌یابید.