



انتظار می‌رود از تکنیک‌های برنامه‌نویسی‌ای که تا کنون فراگرفته‌اید، به طور کامل در این تمرین استفاده کنید. طراحی کلاس‌ها، نحوه ارث‌بری آنها از یکدیگر و تعریف درست و به‌جای توابع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. توصیه می‌شود قبل از آنکه دست به کد شوید، زمان خوبی را برای بررسی طراحی‌های مختلف صرف کنید و سعی کنید معقول‌ترین آنها را پیاده‌سازی کنید

## دیوانه‌خانه‌ی عمو غلام!

عمو غلام از دست هر چی بچه است دیوانه شده است! بیاید به او کمک کنیم. ماجرا از این قرار است که از عید سال جدید تا الان مهمان‌های عمو غلام هنوز رفع زحمت نکرده‌اند و الان خانه‌ی عمو غلام پر است از بچه‌های قد و نیم‌قد! این بچه‌های عزیز با توجه به حجم آجیل و میوه‌هایی که از عید تا حالا خوردن سایز دور شکم‌شان به یک مقدار مشخصی رسیده و همانطوری که از یک خونه پر از بچه همیشه انتظار داشت، شخصیت‌های متفاوتی توی بچه‌ها وجود دارد و خب اتفاقات ناگواری رخ می‌دهد. مثلاً یک عده از بچه‌ها خشمگین و عصبانی هستند، یک عده صلح‌جو و یک عده هم ترسو و ضعیف هستند. حالا که دیگه مرداد هم تمام شده‌است، طاقت عمو غلام به سر رسیده است و به مهمان‌ها می‌گوید که بعله! وقتش است که برگردند به خانه‌هایشان. بعد از این حرف عمو، همه‌ی بچه‌ها وحشت‌زده می‌شوند و شروع می‌کنند به دویدن توی حیاط و هی به هم برخورد میکنند. حال وظیفه‌ی شما این است که به عمو کمک کنید تا توی ذهن فرانسایش ببیند اگر ۱۰ دقیقه بچه‌ها را به حال خودشان بگذارد تا همدیگر را بزنند (تا این طوری دل عمو هم کمی خنک بشود) چند تا از بچه‌ها سالم می‌مانند.

## محیط شبیه‌سازی

حیاط خانه‌ی عمو یک مربع است که علاوه بر دیوارهایی در وسط آن قرار دارد، دور تا دور آن نیز دیوار است (عمو که وسط دشت زندگی نمی‌کنه!) شما می‌توانید نقشه حیاط را از فایل map.dat به شکل زیر بخوانید. خط اول این فایل طول ضلع مربع و خطوط بعدی نقشه حیاط هستند (b دیوار و w فضای خالی است). دقت کنید که عمو غلام قول می‌دهد که در نقشه ورودی دور تا دور حیاط خانه دیوار (b) باشد. همچنین مرکز مختصات را سمت پایین چپ صفحه در نظر بگیرید. بچه‌ها هنگام برخورد با دیوارها بازتاب پیدا میکنند. همچنین برخورد با کنج‌های دیوارها نیز باید به درستی پیاده سازی شوند و بچه‌ها با زاویه ۴۵ درجه بازتاب پیدا کنند.

100

bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb ... b

...

...

bwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwww ... b

bwwwwbbwwwwwwwwwwwwbb ... b

bwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwbb ... b

bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb ... b

...

...

bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb ... b

## بچه‌ها

عمو که از قضا مقداری هم روانشناسی کودک خوانده است، ویژگی‌های مختلف بچه‌ها را در طول این مدت مورد بررسی قرار داده است و فهمیده است که سه نوع مختلف بچه وجود دارد. بچه‌های (۱) خشمگین و عصبانی، (۲) مهربان و صلح‌جو و (۳) ترسو و تسلیم. ویژگی‌های کلی این بچه‌ها بر اساس معیارهای شخصیتی و رفتاری که عمو می‌شناسد تعیین می‌شود. هر بچه‌ای در مکتب غلامیه ویژگی‌هایی دارد که در یک طیف، مقداری صحیح بین ۱ تا ۱۰۰ می‌گیرند. این ویژگی‌ها عبارتند از میزان (۱) خشم، (۲) کاریزما و (۳) شجاعت. شدت این ویژگی‌ها تعیین‌کننده‌ی رفتار بچه‌ها است.

خشم	کاریزما	شجاعت
خشم $\leq 70$	کاریزما $= 20$	شجاعت $\leq 50$
خشم $\geq 30$	کاریزما $\leq 50$	شجاعت $\leq 30$
خشم $\leq 0$	کاریزما $= 0$	شجاعت $= 0$
خشمگین		
صلح‌جو		
ترسو		

بسته به شرایط محیط و برخوردهایی که بچه‌ها با هم دیگر دارند مقدار این ویژگی‌ها می‌توانند تغییر کنند. اما مقادیر جدید همیشه باید در محدوده‌های ذکر شده باقی بمانند. برای مثال در صورت مقداردهی خشم جنگ‌جو به مقداری کمتر از ۷۰، خشم وی همچنان ۷۰ واحد باقی میماند. از آنجا که حافظه‌ی عمو تعریف چندانی ندارد، اسم بچه‌ها را نمی‌تواند به خاطر بسپارد و برای همین آنها را با یک شماره که به لباس‌شان هم چسبانده است می‌شناسد.

## شبیه‌سازی

عمو برای افزایش سرعت شبیه‌سازی و راحتی کار بچه‌ها را به شکل دایره و بر اساس شعاع شکم‌شان مدل میکند. بچه‌ها در محیط دویعدی خانه‌ی عمو دارای مختصات و سرعت هستند اما حرکت آنها ثابت‌دار نیست. تمامی پارامترهای شبیه‌سازی به جز مختصات و سرعت، اعداد صحیح هستند.

**توجه!** حتما شبیه‌سازی را با توجه به ترتیبی که در اینجا ذکر شده است پیش ببرید. به ترتیب‌های ذکر شده توجه کنید تا برنامه شما قابل تست باشد.

شبیه‌سازی برای مدت محدودی ( $T$ ) و در گام‌های زمانی ( $d_t$ ) مشخصی جلو می‌رود که این اطلاعات به عنوان آرگومان ورودی هنگام اجرای برنامه شما به آن داده می‌شود. برنامه در کل به تعداد  $\frac{T}{d_t}$  مرحله اجرا می‌شود و در هر مرحله مکان بچه‌ها به اندازه  $v \times d_t$  واحد تغییر می‌کند.

لازم است که برنامه‌ی شما در هر گام لیست تمامی برخوردها را مشخص کند و به ترتیب شماره‌ی بچه‌ها و به صورت صعودی به هر کس بگوید که با چه کسانی برخورد داشته است. در این هنگام هر فرد باید با توجه به شخصیت خود و طرف مقابل از خود واکنش نشان دهد که رفتارهای ممکن در ادامه توضیح داده شده‌اند. همچنین نتیجه‌ی برخوردهای یک نفر باید به ترتیب شماره افراد مقابل (ترتیب صعودی) در خروجی استاندارد چاپ شود.

## رفتارها

– رفتار معمولی بچه‌ها، تغییر سرعت بر اساس قانون پایستگی تکانه است و به کمک معادلات زیر تعیین می‌شود.  $u_1$  و  $u_2$  سرعت‌های دو بچه قبل از برخورد و  $v_1$  و  $v_2$  سرعت‌های آنان بعد از برخورد است.<sup>1</sup>

$$\vec{V}_1 = \left( \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2 + r_2^2} \right) \vec{u}_1 + \left( \frac{2r_2^2}{r_1^2 + r_2^2} \right) \vec{u}_2$$

$$\vec{V}_2 = \left( \frac{r_2^2 - r_1^2}{r_1^2 + r_2^2} \right) \vec{u}_2 + \left( \frac{2r_1^2}{r_1^2 + r_2^2} \right) \vec{u}_1$$

- اگر خشم بچه‌ای به ۱۰۰ برسد از حرص منفجر می‌شود و می‌میرد!
- در صورتی که شعاع شکم بچه‌ای به صفر برسد، وی می‌میرد.
- منظور از مردن حذف آن بچه از محیط شبیه‌سازی است. مرگ یک بچه صرفاً یک‌بار در خروجی اعلام می‌شود.
- در حالت‌های زیر بچه‌ها به جای نشان دادن رفتار معمولی از خود و تغییر سرعت، رفتارهای خاصی را از خود نشان می‌دهند که در جدول‌هایی در صفحه بعد مشخص شده‌اند.
- شرط‌های ذکر شده در جدول به ترتیب ذکر شده‌اند و در صورت درستی شرطی، ادامه‌ی آنها بررسی نمی‌شوند.
- در رابطه‌های ذکر شده منظور از (A): خشم، (K): کاریزما، (C): شجاعت و (R): شعاع است.

بچه‌های خشمگین		
شرایط طرف مقابل	اتفاق	توضیح
خشم $< 70$	دعوا و کتک‌کاری	۱) اگر من ضعیف‌تر بودم (شعاع کوچک‌تر از شعاع طرف مقابل بود): – اندازه‌ی من ۲۰٪ کم می‌شود. – میزان خشم من ۵ تا زیاد می‌شود.
شجاعت $< 30$ و کاریزما $< 50$	مذاکره	۱) سائز من به اندازه‌ی $\left[ \left( 1 - \frac{C+K}{200} \right) \times 0.8 \times R \right]$ افزایش می‌یابد. (C و R ویژگی‌های طرف مقابل من هستند.)

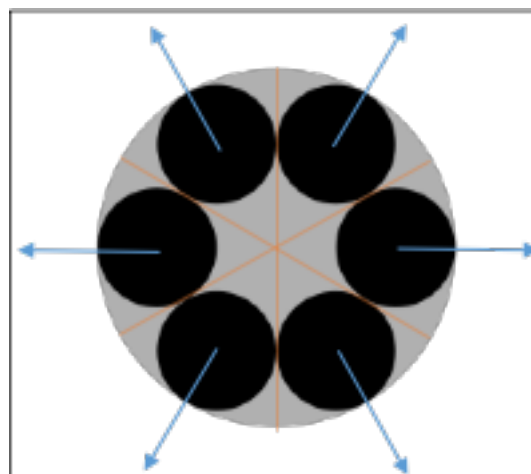
<sup>1</sup> mass = area density \* total area of the object

بچه‌های صلح‌جو		
شرایط طرف مقابل	اتفاق	توضیح
خشم $< 70$ و شجاعت $< 50$	مذاکره (هیچ‌وقت با ترسوها مذاکره نمی‌کنم!)	(۱) سائز من به اندازه‌ی $\left[ \left( 1 - \frac{C+K}{200} \right) \times 0.8 \times R \right]$ کاهش می‌یابد. (c و k و r ویژگی‌های من هستند.) (۲) شجاعت من ۱۰ تا کم می‌شود.
شجاعت $< 30$ و کاریزما $< 50$	اتحاد	(۱) دو طرف یکدیگر را تا وقتی اتفاق دیگری نیفتد دنبال می‌کنند (بردارهای فعلی سرعت هردو برابر میشود با میانگین بردارهای سرعت آنها) (۲) کاریزما و شجاعت من ۲ تا زیاد می‌شود.

بچه‌های ترسو		
در هر برخورد خشم من ۵ تا بیش‌تر می‌شود.		
شرایط طرف مقابل	اتفاق	توضیح
خشم $< 70$	تسلیم	می‌میرم!

### سوء هاضمه‌ی عمو!

عمو قبل از اعالم تصمیم کبری خود مقدار زیادی مرغ با سس پرتقال و کنجد و قهوه و آب گریپ‌فروت و چیپس خورده است و حال او خیلی خوب نیست و به ذهنش فشار آمده است. برای همین عمو از فرصت استفاده میکند و برای لذت بیشتر خودش از جنگ و دعوای بچه‌ها ویژگی‌های زیر را برای برخی از آنها فرض می‌کند.



● **شکستنی بودن:** بچه‌ها می‌توانند شکننده هم باشند. یعنی اگر برخورد به قدر کافی سنگین باشد آنها می‌شکنند و ۶ بچه‌ی کپی آنها به وجود می‌آید. اندازه شعاع این بچه‌ها  $\frac{1}{3}$  شعاع اولیه و اندازه سرعت آنها  $\frac{1}{6}$  سرعت پس از برخورد است که بر اساس معادلات حرکت توضیح داده شده تعیین می‌شود. جهت بردارهای سرعت نیز در ۶ جهت مخالف هم است (زاویه ۶۰ درجه بین آنها). در اینجا یک برخورد سنگین، برخوردی است که مجموع شعاع دو بچه بزرگتر از ۲۰ باشد. همچنین اگر شعاع بچه‌ای از ۶ واحد کمتر باشد وی دیگر نمی‌شکند و همان‌جا می‌میرد. بچه‌های جدید هم باید با یک شماره شناسایی شوند که شماره آنها باید از بیشترین شماره کنونی در شبیه‌سازی + ۱ شروع شود.

● **اتحاد بچه‌ها:** در برخی موارد که بچه‌های صلح‌جو با یکدیگر همراه شده‌اند، شجاعت بچه‌ها افزایش می‌یابد و به سادگی زیر بار حرف زور بچه‌های خشمگین نمی‌روند. بدین صورت که اگر بیش از ۲ بچه‌ی صلح‌جو هم‌زمان با یک صلح‌جوی دیگر برخورد کنند، شجاعت آن بچه به میزان تعداد بچه‌ی صلح‌جو \* ۵ واحد افزایش می‌یابد.

دقت کنید که این اتفاقات علاوه بر اتفاقاتی که در جدول رفتارها مشخص شده است، رخ می‌دهند.

## ورودی و خروجی

علاوه بر فایل map.dat که در کنار فایل اجرایی برنامه قرار می‌گیرد، اطلاعات زمان‌بندی شبیه‌سازی از طریق آرگومان‌های خط فرمان و اطلاعات بچه‌ها از طریق ورودی استاندارد مشخص خواهند شد. جدول‌های زیر نحوه‌ی اجرای برنامه شبیه‌ساز و یک نمونه‌ی ورودی استاندارد را نشان می‌دهد.

execution
./simulation 1 6 // two arguments are time-step and total-time respectively

Standard input
id, type, fragile, posx, posy, vx, vy, radius, anger, charisma, courage 1, Peaceful, false, 19, 40, 2, 0, 12, 21, 51, 31 2, Peaceful, false, 47, 40, -1, 0, 10, 21, 51, 31

خروجی مورد انتظار از برنامه، گزارش وضعیت هر کدام از بچه‌ها در هر گام شبیه‌سازی به شکل زیر است:

## Standard output

```
#TimeStepNumber (sequence starting from zero)
id, type, posX, posY, radius, anger, charisma, courage / id, KIA
#0
1, Peaceful, 19, 40, 12, 21, 51, 31
2, Peaceful, 47, 40, 10, 21, 51, 31
#1
1, Peaceful, 21, 40, 12, 21, 51, 31
2, Peaceful, 46, 40, 10, 21, 51, 31
#2
1, Peaceful, 23, 40, 12, 21, 51, 31
2, Peaceful, 45, 40, 10, 21, 51, 31
#3
1, Peaceful, 23.5, 40, 12, 21, 53, 33
2, Peaceful, 45.5, 40, 10, 21, 53, 33
#4
1, Peaceful, 24, 40, 12, 21, 55, 35
2, Peaceful, 46, 40, 10, 21, 55, 35
#5
1, Peaceful, 24.5, 40, 12, 21, 57, 37
2, Peaceful, 46.5, 40, 10, 21, 57, 37
#6
1, Peaceful, 25, 40, 12, 21, 59, 39
2, Peaceful, 47, 40, 10, 21, 59, 39
```

انواع مقادیر برای type نیز برابر است با: Coward Peaceful Angry

دقت کنید که مختصات و سرعت که اعداد اعشاری هستند را با یک رقم دقت گزارش کنید .

## نحوه‌ی تحویل

فایل‌های .cpp و .h خود را همراه Makefile برنامه‌تان در یک پوشه‌ی زیپ شده با نام خودتان قرار داده و ارسال نمایید.

لطفاً از روش‌های دیگر فشرده‌سازی مانند rar یا tar.gz استفاده نکنید.

● برنامه‌ی شما باید در سیستم عامل لینوکس و با مترجم g++ با استاندارد c++98 ترجمه و در زمان معقول برای ورودی‌های آزمون اجرا شود.

● از صحت فرمت ورودی‌ها و خروجی‌های برنامه‌ی خود مطمئن شوید.