

دانشگاه تهران
دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر



سیستم‌های نهفته‌ی بی‌درنگ

تمرین سوم

آشنایی با سیستم عامل اندروید و استفاده از سنسور های تلفن همراه

طراحان:

روح الله ابوالحسنی (roohi.abol@gmail.com)

نیما مدرس گرچی (nima.mg.edu@gmail.com)

اساتید:

دکتر مهدی کارگهی، دکتر مهدی مدرسی

نیمسال دوم ۱۴۰۰-۱۳۹۹

۱. مقدمه

در این تمرین قرار است با سیستم عامل اندروید و امکاناتی که جهت تعامل با سنسور های موبایل (حتما این لینک رو بخونید) در اختیار ما قرار می دهد آشنا شویم. همچنین در این تمرین با برخی محدودیت هایی که سیستم عامل جهت استفاده از سنسور ها و ارتباط با سخت افزار لایه پایین ایجاد می کند، آشنا خواهید شد.

امروزه تلفن های همراه پیشرفت چشم گیری کرده اند و دارای قدرت پردازشی بالا، تنوعی از سنسور های مختلف با دقت بالا و پشتیبانی از چندین شبکه ارتباطی مختلف مانند NFC ، WiFi ، Bluetooth و ... هستند. بعلاوه تمام این امکانات در ابعاد پایین و وزن کم در اختیار کاربران قرار گرفته اند.

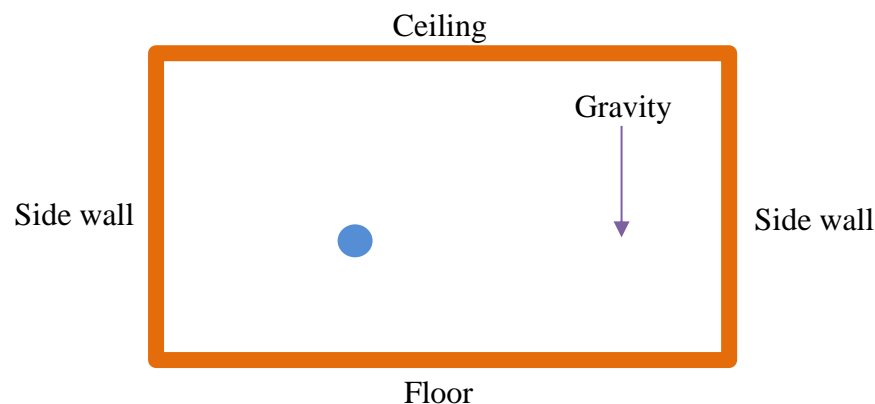
حال سوال اساسی اینجاست که چطور می توان از این همه امکانات که همیشه همراه ماست استفاده بهینه کرد؟ آیا می توان از یک smart phone در کاربرد ها صنعتی و تجاری بجای برد های مرسوم استفاده نمود؟ چه محدودیت هایی برای این کار وجود دارد؟

در این تمرین پاسخی برای سوالات فوق پیدا خواهید کرد.

۲. شرح تمرین

در این تمرین بازی Legend of Bounca را پیاده سازی خواهید کرد.

در بازی Legend of Bounca یک گوی وزن دار در یک اتاقک معلق قرار دارد. کف، سقف و دیوارهای کناری اتاق همان حاشیه های صفحه نمایش موبایل هستند. پس از زدن دکمه شروع بازی، گوی در یک نقطه تصادفی در اتاق قرار می گیرد و بازی شروع می شود. به شکل زیر دقت کنید.



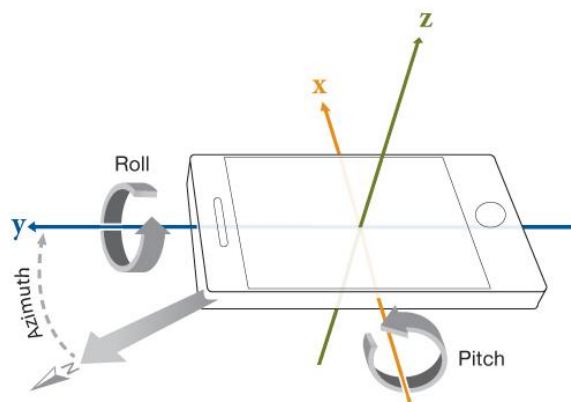
زمانی که توپ روی زمین قرار ندارد، حرکت توپ به صورت یک حرکت سقوط آزاد است. چراکه همواره نیروی جاذبه بر توپ اعمال می‌شود. همچنین با توجه به زاویه برخورد بین بردار سرعت گوی و سطح، بردار سرعت جدید توپ باید با استفاده از روابط برخورد دو جسم محاسبه شده و سپس توپ در جهت بردار سرعت محاسبه شده حرکت کند. توجه کنید که بردار شتاب گرانش تنها بردار شتابی است که همواره بر حرکت توپ تاثیر می‌گذارد. همچنین دقت کنید که حرکت گوی باید پیوسته باشد و پرش تصویر نباید بوجود آید.

برای این کار نیاز است تا به کمک سنسورهایژیروسکوپ تعبیه شده در موبایل، زاویه موبایل را با محورهای سطح افق تشخیص دهید. علاوه بر آن، شما باید علاوه بر دکمه شروع بازی، دکمه‌ای در صفحه بازی پیاده‌سازی کنید که با فشردن آن، توپ در جهت یک بردار سرعت تصادفی رو با بالا شروع به حرکت کند.

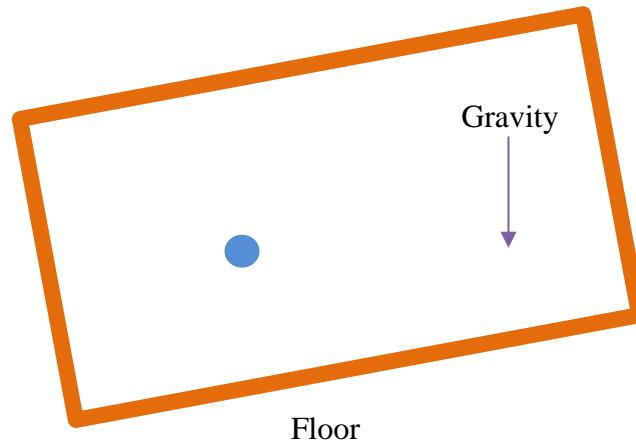
در پایان نیاز است تا با ابزار Systrace مجموعه eventهایی را که در سطح سیستم عامل رخ می‌دهد تا داده از سنسور خوانده شده و در صفحه نمایش گوی حرکت کند را رصد (profile) کنید و با توجه به نتایج آن، به سوالات بخش ۶ در گزارش خود پاسخ دهید.

۳. طراحی مفهومی

برای حرکت دادن گوی در اتاقک نیاز است تا قوانین فیزیک حاکم بر مسئله تعیین گردد. در این تمرین جرم گوی ۱۰ گرم است. از اصطکاک هوا صرف نظر کنید. همانطور که پیشتر اشاره شد، این اتاقک معلق است. بدین صورت که با چرخش زاویه موبایل در جهت Z مشخص شده در تصویر زیر، کل اتاقک به همان اندازه کج می‌شود.

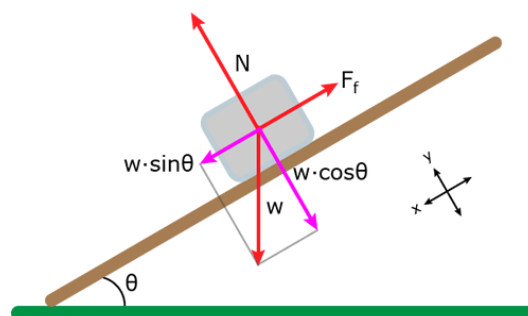


مثلا در صورتیکه موبایل را ۲۰ درجه حول محور Z بچرخانیم، وضعیت اتاق، گوی و نیرو جاذبه بصورت زیر می شود.



در شرایطی که گوی با کف، سقف یا دیواره های کناری برخورد کند، شما باید با استفاده از روابط پایستگی انرژی و پایستگی تکانه خطی، بردار سرعت جدید گوی را پس از برخورد محاسبه کنید. دقت کنید که برخورد توپ با کف، سقف و دو دیواره جانبی اتاق، یک برخورد نیمه کشسان با ضریب اتلاف ۰/۱ است. این بدان معناست که ۱۰ درصد انرژی جنبشی توپ دقیقاً قبل از برخورد، پس از برخورد با سطح از دست می رود. بعلاوه، دقت کنید که برای ساده سازی روابط فیزیکی برخورد، گوی را بصورت جسم نقطه ای در نظر بگیرید و از اثراتی مانند spin و غیره صرف نظر کنید.

در صورتیکه توپ روی کف اتاق قرار داشته باشد، حرکت توپ بصورت لغزشی است. در شکل زیر، دیاگرام جسم آزاد برای یک جسم در حال لغزش رسم شده است.



در شکل بالا، زاویه θ همان زاویه انحراف کف اتاق از افق است. همچنین F_f نیروی اصطکاک است. این نیرو در صورتیکه جسم در حرکت باشد نیروی اصطکاک دینامیک و در صورتیکه جسم در حال سکون باشد، نیروی اصطکاک ایستایی است.

در صورتیکه گوی در حال سکون باشد و اندازه برآیند نیروهای محرک جسم (ناشی از شیب) از مقدار نیروی اصطکاک ایستایی ($N \mu_s$) کمتر باشد، گوی حرکتی نمی‌کند. اما اگر مقدار این نیرو بیشتر باشد، گوی شروع به حرکت می‌کند و نیروی اصطکاک دینامیک به مقدار $N \mu_k$ و در خلاف جهت بردار سرعت گوی بر آن اعمال می‌شود. در شکل بالا، W نیروی وزن جسم و N نیروی عمود بر سطح است.

اگر گوی در حال حرکت باشد، همواره نیروی اصطکاک برابر با $N \mu_k$ و در خلاف جهت بردار سرعت به آن اعمال می‌شود. در این اتاقک، ضریب اصطکاک ایستایی $0/15$ و ضریب اصطکاک دینامیک $0/07$ هست.

در زیر بعضی از قوانین فیزیک مورد نیاز آمده است:

- رابطه نیرو و شتاب: $F = m a$
- رابطه شتاب و سرعت اولیه: $v = a t + v_0$
- رابطه شتاب زاویه‌ای و تغییرات زاویه: $\Delta \theta = \omega \Delta t$
- رابطه تغییر مکان یک جسم شتابدار با شتاب ثابت در یک بازه زمانی: $\Delta x = \frac{1}{2} a \Delta t^2 + v_0 \Delta t$
- برای شبیه‌سازی برخورد گوی و دیوار حتماً [این لینک](#) را بدقت مطالعه کنید.

با توجه به اینکه در واقع بردارهای شتاب و سرعت گوی ثابت نیستند، بنابراین نیاز است تا بطور تقریبی حرکت گوی شبیه‌سازی شود. به این صورت که بردارهای شتاب و سرعت گوی در فواصل زمانی بسیار کوچک، ثابت در نظر گرفته شود و محاسبات بردار مکان بر اساس آن شتاب انجام شود. دقت کنید که حرکت گوی باید بصورت پیوسته احساس شود.

۴. پیاده سازی

پیاده سازی این تمرین به دو صورت انجام خواهد شد:

- استفاده از سنسور Gyroscope

برای استفاده از سنسور Gyroscope می‌بایست سنسور مذکور را از `SensorManager` دریافت کنید. برای این کار می‌توانید از کد زیر کمک بگیرید:

```
private SensorManager sensorManager;
private Sensor sensor;
```

```
...
sensorManager = (SensorManager) getSystemService(Context.SENSOR_SERVICE);
sensor = sensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_GYROSCOPE);
```

برای دریافت داده از سنسور باید یک `EventListener` در `SensorManager` ثبت نام^۱ کنید. برای این کار از متد `registerListener` در کلاس `SensorManager` استفاده نمایید. در

شکل ۱ می‌توانید اطلاعات مربوط به سنسور را مشاهده نمایید:

TYPE_GYROSCOPE	SensorEvent.values[0]	Rate of rotation around the x axis.	rad/s
	SensorEvent.values[1]	Rate of rotation around the y axis.	
	SensorEvent.values[2]	Rate of rotation around the z axis.	

شکل ۱

• استفاده از سنسور Gravity

برای استفاده از سنسور Gravity در برنامه، مشابه سنسور Gyroscope عمل نمایید. به تفاوت خروجی این سنسور با سنسور Gyroscope توجه داشته باشید. می‌توانید اطلاعات مربوط به سنسور را در شکل ۲ مشاهده نمایید:

TYPE_GRAVITY	SensorEvent.values[0]	Force of gravity along the x axis.	m/s ²
	SensorEvent.values[1]	Force of gravity along the y axis.	
	SensorEvent.values[2]	Force of gravity along the z axis.	

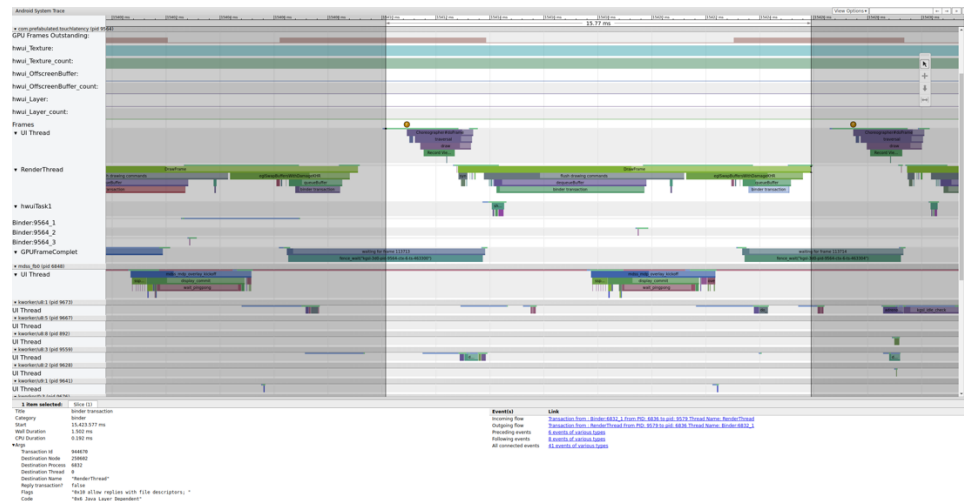
شکل ۲

برای تحویل این دو حالت، دو خروجی apk. تحویل خواهید داد. در صورتی که هر دو حالت را در یک فایل apk. در دو Activity مختلف پیاده سازی کرده و امکان سوییچ بین آنها به انتخاب کاربر وجود داشته باشد نمره امتیازی تعلق خواهد گرفت.

¹ Register

۵. ابزار profile

ابزار Systrace نرم‌افزاریست که با استفاده از آن می‌توان اتفاقاتی را که در سیستم عامل رخ می‌دهد، رصد کرد. این برنامه روی سیستم شما اجرا می‌شود و موبایلی را که به سیستم متصل شده است profile می‌کند. در شکل ۳ یک نما از این برنامه آمده است.



شکل ۳

هر ریسه^۲ در این برنامه یک نوار مختص به خود دارد که وضعیت آن ریسه در زمان را نمایش می‌دهد. هر وضعیت یک رنگ خاص دارد. بطور مثال در مدت زمانی که یک ریسه idle باشد، در نوار مربوطه به آن ریسه، رنگ آن بخش خاکستری است. از این طریق می‌توان وضعیت زمانبندی ریسه‌ها و پردازش‌های مختلف را مشاهده کرد.

برای نصب این برنامه ابتدا لازم است Android Studio روی ماشین شما نصب شده باشد. سپس:

- باید در **Android SDK > System Settings > Appearance & Behavior** گزینه **Android Studio Tools** نصب شده باشد.
- **Python** باید نصب باشد و در **execution path** پروژه شما اضافه شده باشد.
- دستگاه شما باید نسخه اندروید ۴/۳ یا بیشتر داشته باشد.

- گزینه USB debugging tool باید در موبایل شما فعال شده باشد.

نرم افزار systrace در آدرس `[android-sdk-directory]/platform-tools/systrace` قابل دسترسی است. فرمت دستور اجرای این نرم افزار بصورت زیر است:

```
$ python systrace.py [options] [categories]
```

بطور مثال:

```
$ python systrace.py -o mynewtrace.html sched freq idle am wm gfx view \
binder_driver hal dalvik camera input res
```

حتما [این لینک](#) درباره Systrace را مطالعه کنید^۳.

پس از اجرای نرم افزار، خروجی آن در یک فایل با پسوند html ذخیره می گردد.

۶. سوالات

۱. از وقتی که درخواست خواندن داده به سنسور داده شده تا گرفتن داده چه اتفاقاتی در سطح سیستم عامل افتاده است؟ توضیح خود را با خروجی systrace توضیح داده و توجیه کنید.
۲. چه مدت زمانی طول می کشد تا مکان جدید گوی بر اساس مقدار جدیدی که از سنسور خوانده شده است، روی صفحه نمایش ظاهر شود؟ (تصویر واضح از systrace فراموش نشه ☺)
۳. بنظر شما بهترین دوره تناوب برای خواندن مقادیر سنسورها و محاسبه مکان گوی چه مقدار است؟
۴. بنظر شما اگر از Android NDK بجای Android SDK استفاده می شد، بازی شما چه مزایا و معایبی داشت؟
۵. در مورد سنسورهای hardware-based و software-based تحقیق نمایید و هر یک را تشریح نمایید. هر کدام از سنسورهای مورد استفاده در این تمرین در کدام دسته قرار می گیرند.

^۳ اگر لازم داشتید این [لینک](#) رو هم بخونید.

۶. تفاوت سنسور های Gravity و Gyroscope را تشریح نمایید. این تفاوت ها چه تاثیری بر محاسبات شما داشته است؟
۷. در صورتی که بازی در حالتی شروع شود که گوشی روی سطح شیبدار قرار داشته باشد، چه اتفاقی می افتد؟ در این حالت آیا تفاوتی میان استفاده از سنسور Gravity و Gyroscope وجود دارد یا خیر؟ توضیح دهید.

۷. نکات مهم

- برای پیاده سازی این تمرین تنها می توانید از زبان های Java و C++ استفاده نمایید.
- گزارش کار باید کامل باشد. بنابراین تمامی تصاویر مربوط به خروجی برنامه و تصاویر systrace و نمره دهی طبق آن صورت خواهد گرفت. لذا برای نوشتن آن و پاسخ به سوالات مطرح شده وقت کافی بگذارید.
- این تمرین تحویل اسکایی دارد.
- علاوه بر کدها، فایل apk مربوط به پیاده سازی تان را نیز باید آپلود کنید. دقت کنید که فایل apk شما باید سازگار با اندرویدهای ۶ به بالا باشد.
- کد شما باید روی گوشی واقعی تست شده باشد.
- بازی بر روی یک دستگاه فیزیکی با اندروید ۶ و بالاتر تست خواهد شد.
- حتما یک V_P_N خوب داشته باشید!!! برای نصب Android Studio و خواندن منابع لازمتون میشه.
- هرگونه شباهت در کدها و گزارش ها به عنوان تقلب به اساتید درس گزارش خواهد شد.
- تسلط به تمام بخش های تمرین از راه اندازی ابزارها تا کدهای نوشته شده الزامی است و در تحویل، از بخش های مختلف کد سوال پرسیده خواهد شد.
- در صورتیکه هیچ تجربه ای در نوشته برنامه اندروید ندارید از همین امروز تمرین را شروع کنید تا از نظر زمانی به مشکل نخورید. از [این لینک](#) هم برای نوشتن اولین برنامه تون استفاده کنید و بعد تمرین رو شروع کنید.

- برای آشنایی با محیط Android Studio می تونید [این صفحه](#) رو ببینید.
- هر سوالی هم که داشتید رو توی فروم درس پرسید. اگر هم سوال شخصی تر داشتید می تونید به هر کدام از ما ۲ نفر ایمیل بزنید.

موفق باشید