

معرفی پروژه Coulomb3D

امیر محمد جوشقانی

۲۸ دی ۱۴۰۳

فهرست مطالب

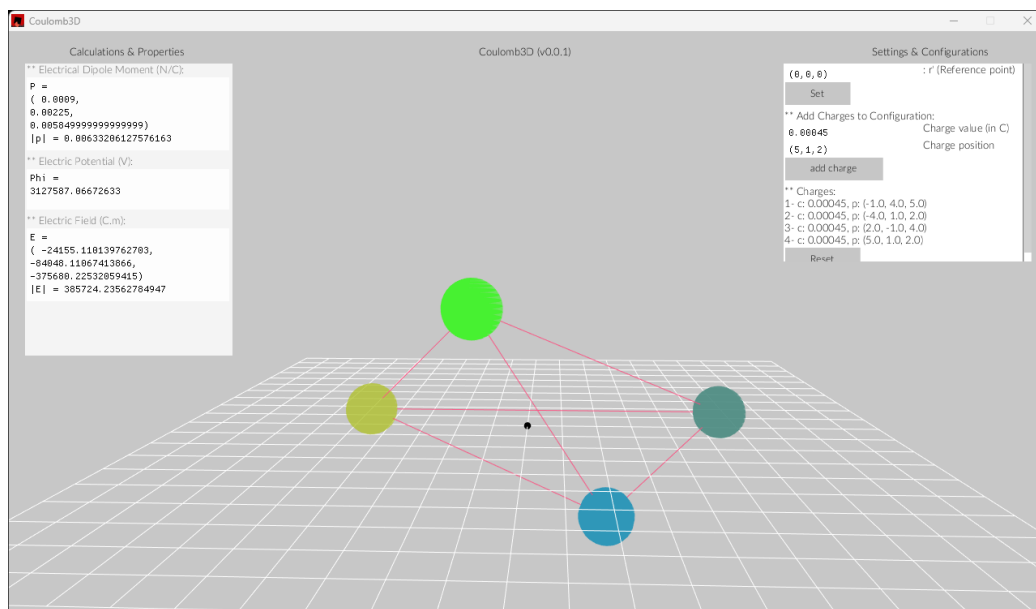
۲	۱	مقدمه
۴	۲	توضیحات فنی
۴	۱.۲	راست Rust
۵	۲.۲	ماکروکواد Macroquad
۵	۳.۲	ساختار کد
۷	۳	توضیحات علمی
۷	۱.۳	ممان دوقطبی
۸	۲.۳	میدان الکتریکی
۸	۳.۳	پتانسیل الکتریکی
۹	۴	نحوه بکارگیری
۹	۱.۴	کامپایل از کد منبع
۱۰	۲.۴	برنامه از پیش کامپایل شده
۱۰	۳.۴	استفاده از برنامه
۱۲	۵	منابع

فصل ۱

مقدمه

نرم افزار Coulomb3D (یا کولن تری دی) بر اساس دانش بدست آمده از درس الکترومغناطیس^۱، جهت تسهیل فرآیند محاسبات الکتروستاتیک ساکن^۱ و همچنین نمایش این فرآیند بصورت سه بعدی بوجود آمده است. انجام محاسبات عددی از سرفصل های این درس خارج بوده و البته در ضمن فرآیند محاسبات پارامتری است. در همین راستا این برنامه بوجود آمد تا هم ادامه ای بر این بحث باشد و هم به عنوان آشنایی ای با الکترومغناطیس کاربردی قلمداد شود. برای نمونه عملکرد این برنامه می توانید به تصویر ۱.۱ مراجعه نمایید. در فرآیند توسعه این برنامه از دانش بدست آمده بنده در زمینه الکترواستاتیک و همینطور یاری منابع (که در فصل پایانی نام برده خواهند شد) استفاده شده است که با ترکیب این دانسته ها با تجربه بنده در زمینه برنامه نویسی اپلیکیشن کنونی به حصول آمده است.

¹Electrostatic



شکل ۱.۱: پیش‌نمایشی از نحوه عملکرد برنامه

فصل ۲

توضیحات فنی

در توسعه این اپلیکیشن از تکنولوژی‌های خاصی استفاده شده است که در این فصل به آنها خواهیم پرداخت. دلیل انتخاب هر یک از این تکنولوژی‌ها و نتیجه آن نیز شرح داده خواهد شد. در جدول ۱.۲ به توضیح این عناصر پرداخته می‌شود.

جدول ۱.۲: شرح تکنولوژی‌های استفاده شده

Rust	زبان برنامه نویسی
Macroquad	موتور بازی سازی

۱.۲ راست Rust

زبان برنامه نویسی راست زبانی سطح پایین، کامپایل شونده، چند منظوره و چند الگویی است که به یک توسعه دهنده این امکان را می‌دهد که بتواند تمامی بخش‌های سیستم مورد توسعه خود را تحت نظر گرفته و کنترل کند. راست از خانواده زبان‌های C/C++ است و به تبع زبانی ساختارمند است که این ساختارمندی می‌تواند در راستای بهبود محاسبات ریاضی و بهینه‌سازی ساختاری به کار رود، البته که این پروژه نیز از این ساختارمندی نهایت استفاده را برده است. برای مثال، برای تعریف متغیرهای خاصی از ساختار داده f64 استفاده شده است (مثلاً متغیرهای ϵ_0 و π و به تبع $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$) در حالی که برای متغیرهای دیگری از f32 که علاوه بر دقت کمتر، حجم کمتری از حافظه را اشغال و در نتیجه اجرای برنامه را بهبود می‌بخشد. این ویژگی (سطح پایین بودن) راست در کنار اینکه امکان انجام محاسبات در فضای مانور بیشتری را می‌دهد، باعث این می‌شود که هر عملکرد، می‌بایست توسط برنامه‌نویس تعریف و تدوین شود که به این سبب، به

تبع، مقدار خط کد مورد نیاز برای یک فریمورک^۱ قطعا بالاتر از زبانی مانند پایتون^۲ خواهد بود. که برای مثال این پروژه از حدود ۷۰۰ خط کد تشکیل می‌شود.

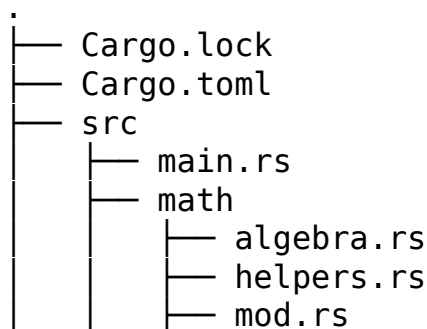
۲.۲ ماکروکواد Macroquad

ماکروکواد، در این پروژه نقش بنیان رابط کاربری گرافیکی^۳ را دارد که به دلیل نارسایی فریمورک‌های رابط کاربری درباره این پروژه، تصمیم بر این شد که از یک موتور بازی سازی استفاده شود. این فریمورک که بر اساس کتابخانه ری‌لیب^۴ در زبان برنامه‌نویسی C توسعه یافته است و به علت ساختار خالص و عدم تعدد بخش‌ها و ماژول‌ها، فریمورک بسیار سبکی قلمداد می‌شود. استفاده از این فریمورک هم دلایل متعددی دارد که به شرح ذیل اند:

- بهینگی استفاده از منابع سیستم
- سهولت در فراخوانی و استفاده
- امکان تعریف ریاضیات جدید و تطابق آنها
- قابل استفاده از یک کد منبع در چند سیستم عامل
- ...و

۳.۲ ساختار کد

ساختمان و ساختار کد این پروژه به صورت زیر خلاصه می‌شود:



¹Framework

²Python

³Graphical User Interface

⁴Raylib

```

├── physics.rs
├── static
│   ├── icon.png
│   └── Lato-Light.ttf
└── ...

```

که در این دسته بندی نقش فایل ها در جدول ۲.۲ آمده است.

جدول ۲.۲: شرح عملکرد فایلها

فایل حاوی طراحی کاربری و فراخوانی محاسبات	main.rs
جهت دسترسی راحت تر به ماژولها، در این فایل لیست می شوند	mod.rs
حاوی ریاضیات و تعاریف جبر بردارها	algebra.rs
حاوی توابع مفید (مانند تعیین شعاع بار نمایشی بر حسب اندازه بار الکتریکی آن و ...)	helpers.rs
تعاریف فیزیکی و توابع مورد نیاز	physics.rs
شرح اطلاعات پروژه	Cargo.toml

فصل ۳

توضیحات علمی

بخش ریاضیاتی و علمی این پروژه، کاملاً به کمک منبع این درس طراحی شده است. تمامی بارها در این اپلیکیشن بصورت بارهای گسسته نقطه‌ای قلمداد می‌شوند که نمیتوانند با هم در تداخل مکانی قرار گیرند. شرح توابع تعریف شده بر اساس معادلات الکترواستاتیک بصورت ذیل است.

۱.۳ ممان دوقطبی

ممان دوقطبی برای بارهای گسسته بصورت روبرو تعریف می‌شود:

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^N q_i (r_i - r')$$
(۱.۳)

که در آن q_i ها مقادیر بارهای الکتریکی، r_i ها مکان آنها و r' نقطه مرجع^۱ است. از روی مقدار \vec{P} ، اندازه‌اش بصورت روبرو بدست می‌آید:

$$|P| = \sqrt{\vec{P} \cdot \vec{P}}$$
(۲.۳)

^۱Reference point

۲.۳ میدان الکتریکی

میدان الکتریکی برای N بار گسسته بصورت ذیل است:

$$\vec{E}(\vec{r}') = k_e \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{|\vec{r}' - \vec{r}_i|^3} (\vec{r}' - \vec{r}_i) \quad (۳.۳)$$

که در آن k_e ثابت کولن و باقی کمیت‌ها مانند بخش ممان دوقطبی تعریف می‌شوند.

۳.۳ پتانسیل الکتریکی

پتانسیل الکتریکی که کمیتی اسکالر است بنا به تعریف مقابل برای N بار گسسته محاسبه می‌شود:

$$\phi(\vec{r}') = k_e \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{|\vec{r}' - \vec{r}_i|} \quad (۴.۳)$$

توجه داشته باشید که تفاوت دو جمله $|\vec{r}' - \vec{r}_i|$ و $\vec{r}_i - \vec{r}'$ در این است که در جمله اول، برای مثال میدان در نقطه‌ای نسبت به بارها تعریف می‌شود اما در جمله دوم، مکان را نسبت به نقطه مرجع بدست می‌آوریم.

فصل ۴

نحوه بکارگیری

برای شروع بکارگیری این برنامه، می‌بایست یکی از دو روش زیر را برگزید:

۱. کامپایل برنامه از کد منبع

۲. استفاده از فایل از پیش کامپایل شده

که روش سریع‌تر روش دوم و روش بهینه‌تر، روش نخست می‌باشد.

۱.۴ کامپایل از کد منبع

برای کامپایل برنامه از کد منبع، ابتدا می‌بایست راست و ابزارهای آنرا نصب، سپس کد منبع را از گیت‌هاب کلون کرد:

```
$ curl --proto '=https' --tlsv1.2 -sSf  
https://sh.rustup.rs | sh  
$ git clone  
https://github.com/AMJoshaghani/Coulomb3D
```

سپس، بعد از تغییر دایرکتوری به داخل پوشه کدها، می‌بایست از ابزار cargo برای تعیین سیستم عامل هدف، نصب ابزارهای مورد نیاز و در نهایت کامپایل استفاده کرد:

```
$ cd Coulomb3D  
$ cargo build
```

یا برای کامپایل برای سیستم عامل مشخص:

```
$ rustup target add x86_64-pc-windows-gnu # OR  
x86_64-unknown-linux-gnu
```

```
$ rustup cargo build --release --target  
x86_64-pc-windows-gnu # OR  
x86_64-unknown-linux-gnu
```

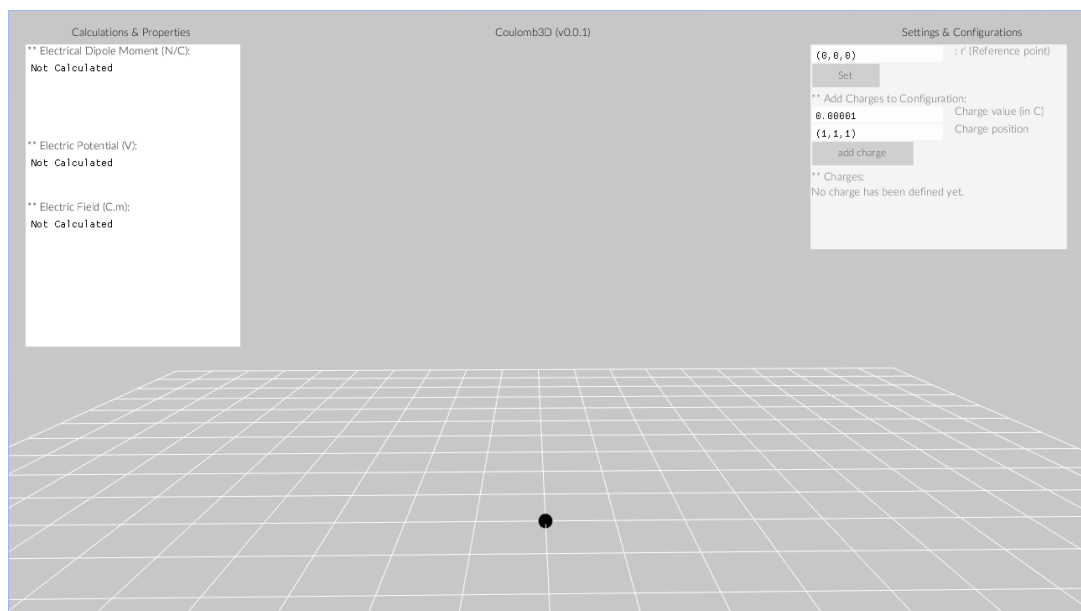
در نهایت، شما می‌توانید از پوشه target فایل اجرایی مخصوص سیستم عامل خود را بیابید.

۲.۴ برنامه ازپیش کامپایل شده

برای استفاده از یک باینری از پیش کامپایل شده، کافیت به بخش **ریلیزها** در صفحه گیت‌هاب مراجعه و فایل مخصوص سیستم عامل خود را (مثلا exe. برای ویندوز) دانلود و با کلیک بر روی آن، اجرا بفرمایید.

۳.۴ استفاده از برنامه

پس از اجرای برنامه، شما می‌توانید (با مراجعه به تصویر ۱.۴) در قسمت Reference point نقطه مرجع مورد نظر را وارد کرده دکمه set را بزنید و بعد از آن با وارد کردن مقدار و بردار محل بار و سپس کلیک بر روی دکمه add charge، بار را وارد سیستم کرده و تا هرجایی که مد نظر شماست، این کار را ادامه دهید. در ادامه شما می‌توانید به کمک کلیک چپ روی موس و حرکت دادن آن صفحه را پیمایش و به کمک چرخ روی موس، زوم کنید. در صورت نیاز به پاک کردن پیکربندی بارها، می‌توانید دکمه ریست را فعال کنید. در طی تمامی این مراحل، بخش Calculations & Properties بروز خواهد شد.



شکل ۱.۴: حالت آماده به فرمان

فصل ۵

منابع

- کتاب مبانی نظریه الکترومغناطیس جان ریتس، فردرید میلفورد و روبرت کریستی
- صفحات ویکی‌پدیای مربوط به ممان دوقطبی، میدان الکتریکی و پتانسیل الکتریکی
- جزوه کلاس الکترومغناطیس ۱ **استاد محمود بهمن آبادی**
- گیت‌هاب و سایت ماکروکوآد
- سایت رسمی راست