



هدف از این تمرین آشنایی شما با مفاهیم اولیه طراحی شیء‌گرا<sup>۱</sup> یک مسئله است. از آنجایی که استفاده از این مفاهیم در پیاده‌سازی سایر تمرین‌های این درس لازم است، پیشنهاد می‌شود به این تمرین زمان کافی را اختصاص دهید.

### شرح تمرین

پارسا به تازگی صاحب یک چاپخانه شده است و به دنبال راهکاری است تا بتواند چاپخانه خود را بهتر مدیریت کند. او در این زمینه با سهیل، سارا، کیانوش و دانشور مشورت می‌کند و از آن‌ها می‌خواهد که شبیه‌سازی برای مدیریت چاپخانه او پیاده‌سازی کنند. آن‌ها می‌دانند که برای چاپ کردن هر سفارش، باید به مواردی از جمله نوع رنگ، کاغذ، اولویت مشتری و زمان توجه کرد. در این تمرین، شما به شبیه‌سازی این چاپخانه می‌پردازید. در این شبیه‌سازی یک زمان شبیه‌سازی داریم که به عنوان واحد زمان از آن استفاده می‌کنیم و نمادی از زمان سپری شده است. با استفاده از این زمان متوجه می‌شویم که در چه مرحله‌ای از شبیه‌سازی هستیم.

### فرآیند چاپ سفارش‌ها

چاپخانه در ابتدا هیچ پرینتری ندارد و پارسا می‌تواند در هر زمانی از روز پرینترهای جدیدی را به آن اضافه کند. این پرینترها جوهرهای رنگی نیز دارند. او در ابتدای روز مخزن جوهر و کاغذ همه پرینترها را کامل پر می‌کند. تخصص اصلی این چاپخانه چاپ پوستر و تراکت‌های تبلیغاتی است بنابراین تمام سفارشات این چاپخانه به صورت تک‌رو انجام می‌شود. چون در دوران کرونا قرار داریم، چاپخانه تنها به صورت غیر حضوری سفارش می‌پذیرد. طوری که هر مشتری، فایل بی‌دی‌اف

<sup>۱</sup> Object-Oriented Design

متنی که می‌خواهد پرینت کند را از طریق تلگرام برای پارسا می‌فرستند و پارسا با استفاده از تجربه سهیل و سارا و کیانوش و دانشور که سالها در چاپخانه کار می‌کردند، محاسبه می‌کند که هر پوستر فرستاده شده به چه مقدار از هر جوهر موجود در پرینترها احتیاج دارد و مقادیر حدسی خود را در سیستم چاپخانه وارد می‌کند.

بعضی از مشتری‌ها که کارشان ضروری‌تر است، هزینه اضافه پرداخت می‌کنند تا سفارش آنها در اولویت قرار بگیرد. پارسا این سفارش‌ها را در بخش جداگانه‌ای از سیستم وارد می‌کند و در صورت بیکار شدن هر یک از پرینترها، ابتدا این سفارش‌ها را برای پرینت شدن وارد می‌کند.

همه پرینترها سرعت چاپ یکسانی ندارند و هرکدام در هر واحد زمانی، تعداد خاصی کاغذ پرینت می‌کنند. در صورتی که یک پرینتر در ابتدای هر واحد زمانی، منابع کافی برای ادامه چاپ به اندازه یک واحد زمانی دیگر را نداشت، وضعیت آن "خارج از دسترس" می‌شود و باید همه منابع آن مجدداً به صورت کامل پر شوند. پارسا بعد از خارج از دسترس شدن هر پرینتر باید به انبار برود و جوهر یا کاغذ مورد نیاز برای پر کردن آن را بیاورد که این کار به تعداد مشخصی واحد زمانی نیاز دارد.

سفارش‌ها و پرینترها به ترتیب ورود از یک شماره‌گذاری می‌شوند و در صورتی که چند پرینتر همزمان بیکار شوند، سفارش به پرینتر با کوچکترین شماره داده می‌شود. در هر واحد زمانی، به همه پرینترهای بیکار یک سفارش (در صورت وجود) اختصاص می‌یابد.

## توضیحات سفارش‌ها و پرینترها

### ● پرینترها:

○ چاپخانه شامل تعدادی پرینتر است که هر کدام چهار مخزن برای جوهر دارند. این مخزن‌ها حاوی چهار رنگ

قرمز، سبز، آبی و سیاه می‌باشد. ظرفیت هر مخزن برابر با ۱۰۰۰ میلی لیتر می‌باشد. در ابتدا همه مخزن‌ها پر

هستند.

○ در ابتدای هر واحد زمانی اگر یکی از مخازن جوهر پرینتر به میزان کافی جوهر برای انجام کار خود در واحد زمانی فعلی را نداشت از دسترس خارج میشود و در این شرایط بعد از ۱۰ واحد زمانی تمام مخازن جوهر آن توسط پارسا پر میشود.

○ در ابتدای هر واحد زمانی اگر پرینتر به مقدار کافی کاغذ برای انجام کار خود در واحد زمانی فعلی نداشت از دسترس خارج می شود و پر کردن مخزن کاغذ آن ۵ واحد زمانی طول می کشد.

○ به هر پرینتر یک شماره یکتا تخصیص داده می شود؛ این شماره از یک شروع می شود و با گام های واحد افزایش می یابد.

#### ● سفارش ها:

○ هر سفارش به مقدار مشخصی جوهر از هر کدام از رنگ های قرمز، سبز، آبی و سیاه می تواند نیاز داشته باشد.

○ سفارش ها پس از ورود در صف انتظار قرار می گیرند تا یکی از پرینترها به حالت بیکار در بیاید و سپس در واحد زمانی بعد به وارد پرینتر می شوند. در صورتی که دو پرینتر همزمان بیکار شوند، سفارش توسط پرینتر با کوچکترین شماره یکتا چاپ می شود.

○ به هر سفارش یک شماره یکتا تخصیص داده می شود؛ این شماره از یک شروع می شود و با گام های واحد افزایش می یابد.

○ سفارش ها همچنین دو نوع مهم و معمولی دارند. سفارش های معمولی تنها در صورتی انجام می شوند که هیچ سفارش مهمی باقی نمانده باشد.

## دستورات

چاپخانه با استفاده از دستوراتی که در ادامه ذکر شده اند مدیریت می شود.

### اضافه کردن یک پرینتر

با اجرای این دستور، یک پرینتر به چاپخانه اضافه می شود و به آن شماره ای یکتا نسبت داده می شود. آرگومان های دوم نشان دهنده تعداد برگه هایی می باشد که پرینتر می تواند در واحد زمان چاپ کند.

فرمت خروجی	دستور ورودی
printer added successfully.	add_printer <printer_speed>

مثال خروجی	مثال دستور ورودی
printer added successfully.	add_printer 20

## اضافه کردن یک سفارش

با اجرای این دستور، یک سفارش به چاپخانه اضافه می‌شود. آرگومان‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب، مقدار جوهر قرمز، سبز، آبی و سیاه (به واحد میلی‌لیتر) به ازای هر صفحه سفارش و آرگومان‌های ششم، تعداد کاغذ مورد نیاز برای تکمیل سفارش را مشخص می‌کند. آرگومان آخر مهم یا معمولی بودن سفارش را مشخص می‌کند.

فرمت خروجی	دستور ورودی
order added successfully	add_order <r> <g> <b> <x> <num_of_pages> <regular vip>

فرمت خروجی	مثال دستور ورودی
order added successfully	add_order 0 0 1 2 200 regular

## جلو بردن زمان شبیه‌سازی

با اجرای این دستور، زمان شبیه‌سازی به تعداد عدد داده شده که در آرگومان دوم دستور قرار دارد به جلو می‌رود.

فرمت خروجی	دستور ورودی
ok	advance_time <time_steps>

مثال خروجی	مثال دستور ورودی
ok	advance_time 1

## نمایش اطلاعات چاپخانه

با اجرای این دستور به ترتیب زمان شبیه‌سازی، صف سفارش‌های مهم و سپس صف سفارش‌های معمولی و به ازای هر سفارش تعداد برگه‌های سفارش، شماره یکتا هر پرینتر، وضعیت پرینتر و در صورتی که پرینتر در حالت مشغول بود، تعداد برگه‌های چاپ نشده از سفارش فعلی، مقدار باقی‌مانده از چهار مخزن رنگ و تعداد برگه‌های باقی‌مانده نمایش داده می‌شوند. خطی که با Current order: .... آغاز می‌شود که در صورتی که پرینتر مشغول نباشد برای order id بایستی ۱- چاپ شود. سپس صف سفارش‌های انجام شده و به ازای هر سفارش زمان صرف شده نمایش داده می‌شوند.

فرمت خروجی	دستور ورودی
<p>passed time: &lt;time of simulation&gt;  VIP orders queue:  &lt;first order id&gt; &lt;num_of_papers&gt;  ...  regular orders queue:  &lt;first order id&gt; &lt;num_of_papers&gt;  ...  printers:  printer ID: &lt;first printer&gt;  status: &lt;busy idle not_available&gt;  current order: &lt;order id&gt; &lt;amount of papers needed for completing current order&gt;  ink left:  red: &lt;red ink left for the first printer&gt;  green: &lt;green ink left for the first printer&gt;  blue: &lt;blue ink left for the first printer&gt;</p>	show_press_info

	<pre> black: &lt;black ink left for the first printer&gt; papers left: &lt;papers left for the first printer&gt;  printer ID: &lt;second printer&gt; current order: &lt;order under process&gt; ...  orders finished: &lt;order id&gt; &lt;time taken&gt; ... </pre>
--	--

مثال خروجی	مثال دستور ورودی
<pre> passed time: 10 VIP orders queue: 6 50 ...  regular orders queue: 2 100 ...  printers: printer ID: 1 status: busy current order: 5 30 ink left: red: 3 green: 2 blue: 2 black: 4 papers left: 50  printer ID: 2 status: not_available ...  orders finished: 3 20 ... </pre>	<pre> show_press_info </pre>

منظور از وجود "." در بعضی از خطوط ادامه دادن روند است و در خروجی "." نداریم

## اتمام کار تمام مراحل

در هر لحظه از اجرای برنامه، کاربر می‌تواند با وارد کردن این دستور، شبیه‌سازی را تا زمانی که همه سفارش‌ها درون سیستم انجام شوند و در فهرست سفارش‌های تکمیل‌شده ثبت شوند ادامه دهد.

خروجی	دستور ورودی
<time required to finish the orders from the beginning of the day>	finish

مثال خروجی	مثال دستور ورودی
120	finish

## نکات قابل توجه

- هر سفارش به اندازه سقف تعداد صفحاتش تقسیم بر سرعت چاپ پرنتر به زمان نیاز دارد. برای مثال ممکن است سرعت چاپ پرنتر ۲۰ صفحه باشد اما تنها ۱۰ صفحه از سفارش برای چاپ باقی‌مانده است، در چنین حالتی سفارش بعدی از ابتدای واحد زمانی بعدی وارد پرنتر می‌شود.
- در مورد بالا لازم به ذکر است که تعداد ورق‌هایی که برای چاپ واحد زمانی آخر سفارش بالا لازم است ۱۰ است بنابراین اگر در مخزن کاغذ پرنتر ۱۰ کاغذ یا بیشتر وجود داشته باشد برای به انتها رساندن این واحد زمانی کافی است و در چنین شرایطی از دسترس خارج نمی‌شود (هر چند که در حالت عادی سرعت چاپ پرنتر ۲۰ برگه است و داشتن کمتر از این مقدار در مخزن کاغذ باعث از دسترس خارج شدن پرنتر می‌شود). همین مورد برای جوهر نیز برقرار است.
- مشکل کمبود کاغذ و جوهر برای یک پرنتر نمی‌تواند همزمان با هم رسیدگی شود و در صورتی که همزمان اتفاق بیفتد ابتدا به مشکل کاغذ رسیدگی می‌شود و پس از حل آن به مشکل جوهر رسیدگی می‌شود.

## نکات پایانی

- به ورودی و خروجی‌های نمونه که در صفحه درس بارگذاری شده‌اند برای درک بهتر توجه کنید.
- در هنگام سنجش درستی خروجی برنامه، ورودی نامعتبری داده نخواهد شد. در نتیجه نیازی به بررسی این حالات نامعتبر نیست.
- دقت کنید شما مجاز به استفاده از مفاهیم ارث‌بری و چندریختی نیستید. مفاهیمی که در آینده در کلاس درس می‌خوانید را استفاده نکنید و به هدف تمرین توجه داشته باشید.
- در صورت وجود سوال یا ابهام می‌توانید در فروم پروژه یا از طریق ایمیل آن را مطرح کنید.

## نحوه تحویل

- کد خود را در قالب یک فایل با نام A4-SID.cpp در صفحه eLearn درس بارگذاری کنید که SID شماره دانشجویی شماست؛ برای مثال اگر شماره دانشجویی شما ۸۱۰۱۹۸۹۹۹ باشد، نام پرونده شما باید A4-810198999.cpp باشد که شامل کد شما است.
- برنامه شما باید در سیستم عامل لینوکس و با مترجم g++ با استاندارد c++11 ترجمه و در زمان معقول برای ورودی‌های آزمون اجرا شود.
- تمیزی کد، شکستن مرحله به مرحله مسئله و طراحی مناسب، در کنار تولید خروجی دقیق و درست، بخش مهمی از نمره شما را تعیین خواهد کرد.
- درستی برنامه شما از طریق آزمون‌های خودکار سنجیده می‌شود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که با استفاده از ابزارهایی مانند diff خروجی برنامه خود را با خروجی‌هایی که در اختیارتان قرار داده شده است مطابقت دهید.
- هدف این تمرین یادگیری شماست. لطفاً تمرین را خودتان انجام دهید. در صورت کشف تقلب مطابق قوانین درس با آن برخورد خواهد شد.