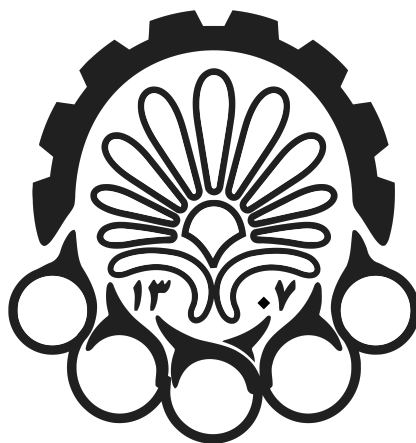


طراحی سیستم‌های قابل بازیگر بندی  
دکتر صاحب‌الزمانی



**دانشگاه صنعتی امیرکبیر**  
( پلی تکنیک تهران )  
دانشکده مهندسی کامپیوتر

رضا آدینه پور ۴۰۲۱۳۱۰۵۵

تمرین سری چهارم

۲۶ آذر ۱۴۰۳

## سوال اول

با ذکر دلیل بیان کنید جملات زیر صحیح هستند یا خیر.

- نگاشت فناوری (technology mapping) می‌تواند بر اساس نوع شبکه ورودی به دو دسته ترکیبی یا ترتیبی طبقه‌بندی شود.

پاسخ

**درست.**

این گزاره درست است. بر اساس آنکه شبکه ورودی چه باشد نیاز است تا مشخص شود که فرایند نگاشت قرار است از چه نوعی باشد تا بر اساس آن منابع را اختصاص دهد.

- هدف اصلی نگاشت فناوری FPGA فقط کمینه‌سازی مساحت اشغال شده توسط جداول جستجو است.

پاسخ

**نادرست.**

علاوه بر کمینه‌سازی مساحت (یا تعداد LUT) های مصرفی، کمینه‌سازی تاخیر سیگنال‌ها (افزایش سرعت)، افزایش قابلیت مسریابی (Routability) و کاهش توان مصرفی نیز جزء اهداف نگاشت فناوری است.

- نگاشت فناوری FPGA عمدتاً از جداول جستجو (LUT) برای عملیات خود استفاده می‌کند و فقط شامل نگاشت LUT است.

پاسخ

**درست.**

چون در FPGA ها Logic Element ها متشکل است از LUT ها، بنابراین در فرایند نگاشت فناوری در FPGA ها فقط از LUT ها استفاده می‌شود.

- شبیه‌سازی پس از چیدمان (post-layout) اطلاعات کمتری نسبت به شبیه‌سازی قبل از سنتز ارائه می‌دهد.

پاسخ

**نادرست.**

در شبیه‌سازی پس از چیدمان، اطلاعات کامل طرح (شامل طول سیم‌ها، تعداد سویچ‌های موجود در مسیر)، تأخیرهای دقیق (حداکثر فرکانس کلاک) در نظر گرفته می‌شوند. این اطلاعات در شبیه‌سازی قبل از سنتز وجود ندارد، زیرا شبیه‌سازی قبل از سنتز مبتنی بر توصیف منطقی مدار (RTL) است و فاقد اطلاعات فیزیکی دقیق است.

- Chortle-d برای بهینه‌سازی مساحت طراحی شده است.

پاسخ

**درست.**

این الگوریتم از یک رویکرد مبتنی بر DAG (Directed Acyclic Graph) استفاده می‌کند تا گره‌های منطقی مدار را به گره‌هایی با اندازه‌های کوچک‌تر (LUTهای کمتر در FPGA) نگاشت کند. در این فرآیند، تمرکز اصلی بر کاهش تعداد گره‌های نهایی (که به معنای کاهش مساحت است) می‌باشد.

- الگوریتم نگاشت ترتیبی می‌تواند فلیپ‌فلاپ‌ها را در طول فرآیند نگاشت جابجا کند.

پاسخ

**درست.**

قابلیت جابجایی فلیپ‌فلاپ‌ها در نگاشت ترتیبی (با استفاده از Retiming) یکی از ابزارهای اصلی بهینه‌سازی است و امکان طراحی‌های کاراتر و بهینه‌تر را فراهم می‌آورد.

- الگوریتم FlowMap تأخیر سیگنال‌ها را در طراحی‌های نگاشت شده حداقل می‌کند.

پاسخ

**درست.**

FlowMap گره‌های یک مدار منطقی را به گره‌های کوچک‌تر (مانند LUTها در FPGA) تقسیم می‌کند، به گونه‌ای که طولانی‌ترین مسیر بحرانی (Critical Path) کمترین تأخیر ممکن را داشته باشد.

- بهینه‌سازی برای مساحت در نگاشت منجر به کاهش تأخیر نیز می‌شود.

پاسخ

**نادرست.**

این گزاره هم می‌تواند درست باشد و هم نادرست. اگر بهینه‌سازی برای مساحت به معنای کاهش تعداد منابع سخت‌افزاری مورد استفاده (مانند تعداد LUTها یا گیت‌ها) باشد گزاره **نادرست** است. اما اگر کاهش مساحت به معنای حذف منطق غیرضروری یا ساده‌تر کردن مدار باشد، مسیرهای بحرانی نیز ممکن است کوتاه‌تر شوند، که منجر به کاهش تأخیر می‌شود و گزاره **درست** است.

- کارایی مسیریابی مستقل از جابجایی در طراحی‌های FPGA است.

پاسخ

**نادرست.**

طراحی‌ها درون FPGA به شدت به Placement وابسته است. تصمیمات مربوط به جابجایی می‌توانند تأثیر زیادی بر کارایی مسیریابی داشته باشند.

- در شبیه‌سازی تبرید (simulated annealing)، کاهش هزینه همیشه منجر به پذیرش یک حرکت می‌شود.

پاسخ

**درست.**

در شبیه‌سازی تبرید، کاهش هزینه ( $\Delta cost < 0$ ) همیشه منجر به پذیرش حرکت می‌شود، زیرا هدف الگوریتم یافتن نقطه بهینه با کمترین هزینه است. این ویژگی یکی از اصول اساسی این الگوریتم است که به آن اجازه می‌دهد به تدریج به سمت بهینه‌سازی حرکت کند.

- تابع هزینه در VPR بر اساس طول مسیر و تراکم می‌باشد.

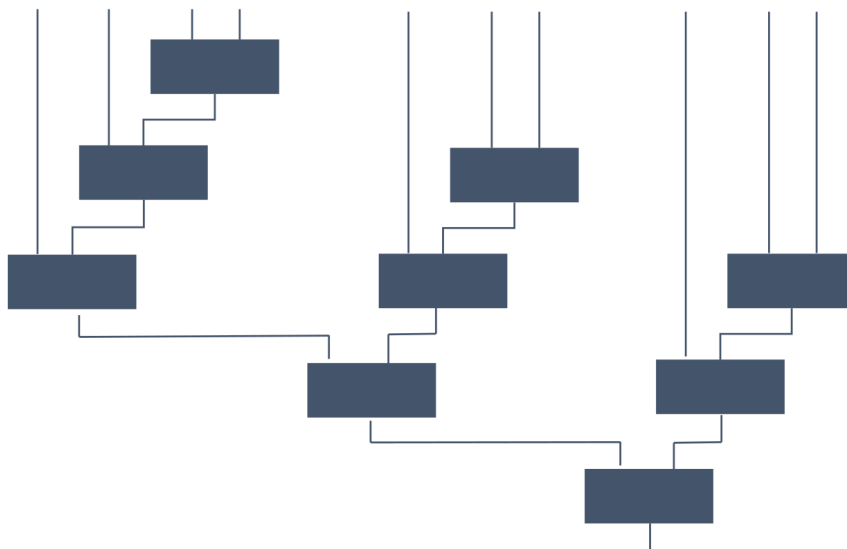
پاسخ

**درست.**

تابع هزینه در VPR یک ترکیب وزن‌دار از طول مسیر و تراکم است. این ترکیب به طراح اجازه می‌دهد که بسته به نیاز، روی کاهش تأخیر یا جلوگیری از تراکم بیشتر تمرکز کند.

## سوال دوم

در کلاس درس، مدار زیر را با هدف حداقل کردن تأخیر به صورت دستی روی LUT های ۴ ورودی نگاشت کرده‌اید. الگوریتم FlowMap را روی این گراف اجرا کنید و مراحل آن را نشان دهید و نتیجه نگاشت را رسم کنید. هر مستطیل نماینده یک گیت است.



شکل ۱: شکل سوال ۲

## سوال سوم

سه نمونه مختلف از الگوریتم‌های مورد استفاده در نگاشت تکنولوژی FPGA (غیر از الگوریتم‌های تدریس شده) را به طور خلاصه توضیح دهید (برای هر کدام یک پاراگراف) و سپس بررسی کنید که چگونه می‌توان آنها را بر اساس توابع هدف و انواع شبکه‌های ورودی طبقه‌بندی کرد.

## سوال چهارم

یک مثال از مداری را بزنید که برای مرحله اول Chortle-crf، روش first-fit جواب بهتری نسبت به best-fit می‌دهد.

## سوال پنجم

مفهوم برش  $k$ -feasible در نگاشت فناوری FPGA را توضیح دهید و مزایای استفاده از آن در بهینه‌سازی طراحی را در یک پاراگراف شرح دهید.



## سوال ششم - پروژه عملی

در ادامه پروژه قبلی دو لایه مخفی کاملاً متصل را به سیستم خود متصل کنید. علاوه بر این یک لایه خروجی با ۱۰ نورون نیز برای خروجی شبکه در نظر گرفته و به شبکه متصل شود.

۱. عملکرد شبکه کاملاً متصل را به صورت مستقل بررسی کنید.

۲. در صورتی که شبکه مشابه در پایتون آموزش داده شده و وزن‌های آن برای تست شبکه در نظر گرفته شود، ۱۰٪ امتیاز بیشتر برای بخش پروژه در نظر گرفته می‌شود.

۳. در صورتی که کل شبکه (شامل لایه‌های کانولوشن و کاملاً متصل) در پایتون آموزش داده شده و وزن‌های آن برای تست شبکه در نظر گرفته شود ۲۰٪ امتیاز بیشتر برای بخش پروژه در نظر گرفته می‌شود.

در صورت انجام «۲» یا «۳» نیازی به انجام بخش «۱» نمی‌باشد.