



۸۱۰۱۰۱۵۵۸

پردازش اطلاعات کوانتومی  
نام و نام خانوادگی: مهدی وجهی



ارائه ۱۵

## ۱ مثال حل برش بیشینه گراف

یک گراف با ۲ راس و یالی بین آنها داریم. حالت ایدآل بین آنها ۱۰ یا ۱۰ است و یک یال با وزن ۱ قطع می شود و جواب می شود ۱. اما حالت های ۰۰ و ۱۱ نا مطلوب هستند. حال لازم است که منفی این مقدار را ضریب کیوبیت قرار دهیم زیرا الگوریتم ما مقدار کمینه را پیدا می کند. بنابراین داریم:

$$H(x) = -\left[\left(\frac{I - Z_1}{2}\right)\left(\frac{I + Z_2}{2}\right) + \left(\frac{I - Z_2}{2}\right)\left(\frac{I + Z_1}{2}\right)\right] |X\rangle = -\frac{1}{2}(I - Z_1Z_2) |X\rangle$$

$$\begin{aligned} H|00\rangle &= -\frac{1}{2}(I - (I)(I))|00\rangle = 0|00\rangle & H|11\rangle &= -\frac{1}{2}(I - (-I)(-I))|11\rangle = 0|11\rangle \\ H|10\rangle &= -\frac{1}{2}(I - (-I)(I))|10\rangle = -|10\rangle & H|01\rangle &= -\frac{1}{2}(I - (I)(-I))|01\rangle = -|01\rangle \end{aligned}$$

داده‌ی ورودی در برهم نهی کامل است سپس در مرحله بعدی و بعد از عبور از بلاک هزینه به شکل زیر می شود:

$$|\psi_c\rangle = U_c |\psi\rangle = \frac{1}{2}(|00\rangle + |11\rangle + e^{ir}|01\rangle + e^{ir}|10\rangle)$$

سپس لایه ترکیب را اعمال می کنیم.

$$For \beta = \frac{5\pi}{8}, \gamma = \frac{-\pi}{2} \quad A_{00} = A_{11} = 0 \quad A_{10} = A_{01} = \frac{i}{\sqrt{2}}$$

حال بعد از تعدادی تکرار این دو قطعه بلوك داده‌ها را اندازه می‌گیریم و پارامترها را تغییر می‌دهیم. برای بهبود این پارامترها تا رسیدن به مقدار کمینه جواب می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کنیم که می‌توانند مبتنی بر گرادیان باشد یا نباشد. ۳ تا از این روش‌ها بررسی شده.

### ۱.۱ انتقال پارامتر

نکته مهم این روش این است که باید مربع گیت ماتریس همانی شود مثلًا ماتریس‌های پاولی و مورد دیگر این که لازم است مدار با ۲ مقدار و ۲ دفعه اجرا شود و روش آن به شکل زیر است.

$$\frac{\partial f(\theta)}{\partial \theta} = \frac{1}{2}[f(\theta + \frac{\pi}{2}) - f(\theta - \frac{\pi}{2})]$$

## ۲.۱ تفاضل محدوده

این روش مانند روش قبل ۲ بار اجرا لازم دارد و به شکل زیر است:

$$\frac{\partial f}{\partial \theta_j} \approx \frac{f(\theta + \delta e_j) - f(\theta - \delta e_j)}{2\delta}$$

در فرمول بالا  $e_j$  یعنی تنها مولفه  $j$  یک است.

## SPSA ۳.۱

این روش نسبت به دو روش قبلی مقیاس پذیر تر است و با ۲ بار اجرا مستقل از تعداد پارامتر ها حساب می شود در صورتی که قبلی ها به ازای تک تک پارامتر ها بودند. مراحل این روش طبق ارائه به گام های زیر را دارد:

۱. یک بردار تصادفی  $\Delta$  به تعداد پارامتر ها از  $۰$  و  $۱$  تولید می کنیم.

۲.  $\theta^- = \theta - c_k \Delta$  و  $\theta^+ = \theta + c_k \Delta$  را حساب می کنیم که در آن  $c_k$  اندازه گام است.

۳. به ازای هر دو این مقادیر تابع و مدار را صدا می کنیم.

۴. گرادیان را با  $\hat{g}_i = \frac{f^+ - f^-}{2c_k \Delta_i}$  حساب می کنیم و وزن ها را بروز می کنیم.

## ۴.۱ پیاده سازی

در ادامه کد توضیح داده می شود که به صورت خلاصه موارد زیر بررسی شد.

۱. ساخت گراف

۲. ساخت تابع هزینه

۳. ساخت مدار با عمق ۱

۴. باز کردن ریز پیاده سازی مدار

۵. تنظیم پارامتر های اولیه

۶. تعریف بهینه ساز

۷. اجرا مدار

۸. بررسی نتیجه و برش گراف حاصل

در نهایت حدود ۲۰ درصد از مباحث را فهمیدم.