



پروژه درس بهینه پویا

دانشگاه فردوسی مشهد

ترم بهار ۱۴۰۱-۱۴۰۲

ملیکا رعنائی سیادت

محمد افشاری

زهرا افضلی

امین پسندیده

امین واقف زاده

بهینه سازی زمان بندی مدارس:

بهینه سازی زمان بندی مدرسه به فرآیند ایجاد یک برنامه زمان بندی کارآمد و مؤثر برای فعالیتهای مختلف در مدرسه، مانند کلاس ها، امتحانات و رویدادهای دیگر اشاره دارد. هدف تخصیص منابع، از جمله کلاس های درس، معلمان و فرصت های زمانی است، به گونه ای که کارایی را به حداکثر رسانده و نیازمندی ها و محدودیت های خاص موسسه آموزشی را برآورده کند.

فرآیند برنامه ریزی مدرسه شامل دستکاری متغیرها و محدودیت های متعددی است، مانند:

متغیر ها:

متغیر باینری x_{ijkt} که در آن درس i برای کلاس j ، در زمان k و در روز t برنامه ریزی شده است.
متغیر باینری y_{ijt} که در آن مدرس i ، در زمان k و در روز t تدریس می کند.
متغیر باینری u_{ijt} که در آن مدرس i ، در زمان k و در روز زمان آزاد دارد.

قید های سخت:

- هر کلاس در هر ساعت فقط و فقط 1 درس داشته باشد.
- $\sum_i \sum_t x_{ijkt} = 1 \text{ for all } j, k, t$
- هر معلم در ساعات کلاسی فقط در یک کلاس تدریس کند.
- $\sum_j \sum_i x_{ijkt} \leq 1 \text{ for all } i, k, t$
- هر درس تعداد واحد مشخصی دارد که باید در هفته براساس واحد ها تدریس شود.

$$\circ \sum_j \sum_k \sum_t x_{ijkt} = \text{units for all } i$$

• هر معلم در هر بازه زمانی یا در حال تدریس است یا بیکار.

$$\circ y_{ijt} + u_{ijt} = 1 \text{ for all } i, j, t$$

• محدودیت های متغیرهای باینری.

$$\circ x_{ijkt}, y_{ijt}, u_{ijt} \in \{0, 1\}$$

قید های نرم:

• کاهش پنجره های بین کلاس ها

$$\circ \text{Minimize } \sum_j \sum_k \sum_t (1 - x_{ijkt})$$

• افزایش زمان آزاد معلم ها و در روز های پیشنهادیشون کلاس داشته باشن.

$$\text{maximize } \sum_i \sum_j \sum_t u_{ijt}$$

:Variable Neighborhood Search

VNS مخفف Variable Neighborhood Search است که یک الگوریتم بهینه سازی فراابتکاری است که برای

حل مسائل بهینه سازی ترکیبی و کلی استفاده می شود. در اواخر دهه 1990 توسط پیر هانسن و نناد

ملادنویچ معرفی شد. VNS به دلیل انعطاف پذیری و کارایی خود در یافتن راه حل های تقریباً بهینه برای

انواع مختلف مشکلات شناخته شده است.

در اینجا یک نمای کلی از نحوه عملکرد جستجوی متغیر محله آورده شده است:

جستجوی محلی: VNS با یک راه حل اولیه شروع می شود که اغلب به صورت تصادفی یا از طریق برخی روش های اکتشافی ایجاد می شود. سپس از یک الگوریتم جستجوی محلی برای کشف فضای راه حل با ایجاد تغییرات کوچک و محلی در راه حل فعلی استفاده می کند.

ساختارهای همسایگی: اصطلاح "محله متغیر" به مفهوم استفاده از ساختارهای مختلف محله در طول جستجوی محلی اشاره دارد. ساختار همسایگی مجموعه ای از راه حل های همسایه را تعریف می کند که با ایجاد انواع خاصی از تغییرات در راه حل فعلی می توان به آنها دست یافت. VNS مجموعه ای از ساختارهای مختلف محله را به کار می گیرد.

تنوع و تشدید: VNS به صورت پویا بین ساختارهای مختلف محله در طول جستجو سوئیچ می کند. این به الگوریتم اجازه می دهد تا مناطق مختلف فضای راه حل را بررسی کند، تنوع (کاوش در مناطق مختلف) و تشدید (بهره برداری از مناطق امیدوارکننده) متعادل شود.

تکان دادن: قبل از اعمال یک جستجوی محلی در یک ساختار محله خاص، از روش تکان دادن برای برهم زدن راه حل فعلی استفاده می شود. این به فرار از بهینه محلی و کشف مناطق مختلف فضای راه حل کمک می کند.

معیارهای پذیرش: این الگوریتم معیارهای پذیرش را برای تصمیم گیری در مورد پذیرش یا رد یک راه حل جدید بر اساس معیارهای خاص، مانند بهبود تابع هدف یا احتمال پذیرش، ترکیب می کند.

ایده کلیدی پشت VNS استفاده از ترکیبی از جستجوی محلی و استراتژی‌های متنوع سازی برای کاوش کارآمد فضای راه حل و یافتن راه حل های با کیفیت بالا است. به طور موفقیت آمیزی برای مسائل مختلف بهینه سازی، از جمله زمان بندی، مسیریابی، و سایر وظایف بهینه سازی ترکیبی اعمال شده است.

در زمینه بهینه سازی جدول زمانی مدرسه، جستجوی محله متغیر می تواند برای بهبود مکرر کیفیت جدول زمانی با کاوش در روش های مختلف برای اختصاص کلاس ها، معلمان و کلاس ها در حالی که به محدودیت های مشخص شده پایبند باشد، استفاده شود.

انواع مختلفی برای این الگوریتم وجود دارد مانند: نزول همسایگی متغیر (VNS)، VND (کاهش یافته (VNS)، RVNS پایه (VNS)، BVNS کج (VNS)، SVNS عمومی (GVNS)، جستجوی تجزیه (VNDS) (VN)، VNS موازی (VNS)، Primal Dual VNS (P-D VNS)، Reactive VNS، Backward-Forward VNS، و PVNS و غیره.

ایده اصلی رویکرد VNS در زیر توضیح داده شده است.

مشکل بهینه سازی زیر را در نظر بگیرید:

$$\min f(x)$$

$$\min x \in X, \subseteq S$$

که در آن $f(x)$ تابع هدف واقعی است که باید حداقل شود.

X مجموعه ای از راه حل های امکان پذیر، x راه حل قابل قبول و S فضایی از راه حل ها است.

اگر S یک مجموعه متناهی که معمولاً بزرگ است باشد، مسئله بهینه سازی ترکیبی تعریف می شود.

جواب $x^* = X$ بهینه است اگر

$$f(x^*) \leq f(x) \quad \forall x \in X$$

برای حل مشکل باید راه حل بهینه x^* را پیدا کرد . اگر چنین راه حل بهینه ای وجود نداشته باشد، X تهی

است .

با این تعریف در مسله ما باید از بین مجموعه تایم تیبل های تولید شده تایم تیبل بهینه را پیدا کنیم که این

بهینه بودن به ما بستگی دارد میتوانیم قید های نرم را بهینه کنیم برای مثال تابع هدف این باشد که تعداد

درس های تدریس شده توسط یک معلم در یک روز بیشینه شود. یا تعداد روز های حضور هر معلم مینیم

شود.