



۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی کامپیوتر

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر – هوش مصنوعی

زمان بندی دروس دانشگاهی با استفاده از آتوماتای سلولی

توسط:

فرشید گنجعلی

استاد راهنما:

دکتر علی احمدی

زمستان ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تأییدیه هیات داوران

(برای پایان نامه)

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه خانم / آقای: فرشید گنجعلی

را با عنوان: زمان بندی دروس دانشگاهی با استفاده از آتوماتا سلولی

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد تأیید می کند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیئت داوران
	استادیار	دکتر علی احمدی	۱- استاد راهنما
		-----	۲- استاد مشاور
		-----	۳- استاد مشاور
	استادیار	دکتر امین نیک انجام	۴- استاد ممتحن
	دانشیار	دکتر سعید ستایشی	۵- استاد ممتحن
	استادیار	دکتر امین نیک انجام	۶- نماینده تحصیلات تکمیلی

تقدیم

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام بخش آلام زمینی‌ام است

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره‌ای از دریای بی‌کران
مهربانیتان را سپاس نتوان گفت .

تشر و قدردانی

از استاد گرامیم جناب آقای دکتر علی احمدی به دلیل یاریها و راهنماییهای بی‌دریغ که بسیاری از سختیها را برایم آسانتر نمودند، بسیار سپاس گزارم.

چکیده

مسائل زمان‌بندی از جمله مسائل پرکاربرد در زندگی روزمره ما می‌باشند. یک نمونه از مسائل زمان‌بندی، برنامه‌ریزی دروس دانشگاهی است که هر نیم‌سال در آموزش دانشگاه انجام می‌شود. تنوع محدودیت‌ها در این مسأله باعث می‌شود برنامه‌ریزی در دانشکده‌های مختلف به گونه‌های متفاوتی انجام شود. برای این منظور روش‌های متنوعی ارائه شده است. به طور معمول به علت وجود متغیرهای غیرقطعی، این گونه مسائل، جزو مسائل Np-Hard شناخته می‌شوند و روش حل کلاسیک آن‌ها مستلزم جستجوی کامل در دامنه جواب‌های امکان‌پذیر است، که برای حل مسائل واقعی کارا نمی‌باشد. به همین دلیل روش‌های جستجوی تصادفی، مثل الگوریتم‌های تکاملی می‌توانند روش‌های موثری برای حل این گونه مسائل باشند. در این مکتوب، یک مسأله زمان‌بندی واقعی مطرح شده و برای حل آن یک روش مبتنی بر اتوماتای سلولی^۱ بهبود یافته که از یک همسایگی ابتکاری به عنوان رویه جستجوی محلی^۲ خود استفاده می‌کند، مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظور از همسایگی ابتکاری، استفاده از یک همسایگی پیشنهادی جدید برای کاهش تعداد نقض محدودیت‌ها می‌باشد. همچنین چندین روش برای فرار از بهینه‌های محلی پیشنهاد و پیاده‌سازی شده است. کارآمدی این روش در مقایسه با برخی روش‌های جدید، با توجه به نتایج به دست آمده بر روی داده‌های استاندارد، نشان داده شده است. ضمناً الگوریتم پیشنهادی در نرم افزار متلب^۳ پیاده‌سازی شد و بر روی داده‌های واقعی مربوط به نیم سال اول سال تحصیلی ۹۲-۹۳ دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مورد آزمایش قرار گرفت. مقایسه‌ی نتایج حاصل از این روش با روش انجام شده به صورت دستی بر روی داده‌های واقعی نشان دهنده‌ی برتری این روش می‌باشد.

کلید واژه: برنامه‌ریزی دروس دانشگاهی، اتوماتای سلولی، ارضای محدودیت، مساله برنامه‌ریزی.

¹ Cellular Automata (CA)

² Local Search

³ Matlab

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
د	فهرست جدول‌ها
ه	فهرست شکل‌ها
و	فهرست علائم و نشانه‌ها
۱	مقدمه
۱-۱-۱	پیشگفتار
۱-۲-۱	مسائل NP
۱-۳-۱	مساله زمان بندی چیست؟
۱-۴-۱	انواع مساله زمان بندی
۱-۴-۱-۱	زمان بندی صادرات
۱-۴-۱-۲	زمان بندی کارمندان
۱-۴-۱-۳	زمان بندی شغلی کارخانه
۱-۴-۱-۴	زمان بندی مدرسه
۱-۴-۱-۵	زمان بندی دانشگاه
۱-۵-۱	زمان بندی دروس دانشگاهی
۲	فصل ۲- روش‌های حل زمان بندی دروس دانشگاهی و کارهای انجام شده
۲-۱-۱	روش‌های متفاوت حل زمان بندی دروس دانشگاهی
۲-۱-۱-۱	برنامه ریزی ریاضی
۲-۱-۱-۱-۱	یک مدل مبتنی بر برنامه ریزی ریاضی برای ایجاد جدول زمان بندی دروس
۲-۱-۱-۲	الگوریتم رنگ آمیزی گراف
۲-۱-۲-۱	جدول زمان بندی دروس با رویکرد رنگ آمیزی گراف دو قسمتی
۲-۱-۲-۲	یک مدل مبتنی بر رنگ آمیزی گراف برای ایجاد جدول زمان بندی دروس
۲-۱-۳	روش‌های فرامکاشفه‌ای و الگوریتم‌های جستجوی محلی
۲-۱-۳-۱	الگوریتم تپه نوردی اولین انتخاب
۲-۱-۳-۲	الگوریتم شبیه‌سازی حرارت
۲-۱-۳-۳	الگوریتم بهینه‌سازی تکراری تصادفی با همسایگی‌های ترکیبی
۲-۱-۳-۴	الگوریتم جستجوی ممنوعه
۲-۱-۴	الگوریتم‌های فازی

۱۶	منطق فازی.....	۱-۴-۱-۲
۱۶	کنترل فازی.....	۲-۴-۱-۲
۱۷	یک الگوریتم ژنتیک فازی با جستجوی محلی برای جدول زمانی دوره دانشگاه.....	۳-۴-۱-۲
۱۷	سیستم های خبره.....	۵-۱-۲
۱۷	مشکل تخصیص منابع و جدول زمان بندی با استفاده از یک زبان مبتنی بر قاعده.....	۱-۵-۱-۲
	طراحی یک سیستم خبره برای زمان بندی دروس دانشکده IT دانشگاه بحرین با استفاده از مدل پردازش دانش پایه.....	۲-۵-۱-۲
۱۸	پردازش دانش پایه.....	۱۸
۱۸	روش هوش مصنوعی برای جدول زمان بندی دروس.....	۳-۵-۱-۲
۱۹	سیستم های چندعامله.....	۶-۱-۲
۱۹	طراحی یک سیستم با رویکرد چندعامله برای توزیع جدول زمانی دوره آموزشی.....	۱-۶-۱-۲
۲۰	روش های جمعیت‌گرا یا تکاملی.....	۷-۱-۲
۲۰	الگوریتم ژنتیک.....	۱-۷-۱-۲
۲۵	الگوریتم اجتماع مورچه ها.....	۲-۷-۱-۲
۲۶	الگوریتم زنبور عسل.....	۳-۷-۱-۲
۲۹	الگوریتم ممتیک.....	۴-۷-۱-۲

فصل ۳ - مفاهیم کلی و تعاریف پایه..... ۳۲

۳۲	آتوماتای سلولی.....	۱-۳-۱
۳۲	تعریف رسمی آتوماتای سلولی.....	۱-۳-۱
۳۳	ویژگی های آتوماتای سلولی.....	۲-۳-۱
۳۳	کاربر های آتوماتای سلولی.....	۳-۳-۱
۳۴	محیط.....	۲-۳
۳۵	آتوماتای یادگیرنده.....	۳-۳
۳۶	تعریف رسمی آتوماتای یادگیر سلولی.....	۱-۳-۳
۳۶	آتوماتای احتمالی با ساختار ثابت (Fixed Structure).....	۲-۳-۳
۳۶	آتوماتای احتمالی با ساختار متغیر (Variable Structure).....	۳-۳-۳
۳۶	الگوریتم های تکاملی.....	۴-۳
۳۷	الگوریتم ژنتیک.....	۱-۴-۳
۳۸	نمای کلی الگوریتم ژنتیک.....	۱-۴-۳
۳۸	کدگذاری.....	۲-۴-۳
۳۸	عملگر ترکیب.....	۳-۴-۳
۳۹	عملگر جهش.....	۴-۴-۳
۳۹	فرآیند انتخاب.....	۵-۴-۳
۳۹	عملگر ترمیم.....	۶-۴-۳

۳۹	.....نخبه گرایی.....۷-۱-۴-۳
۴۰	.....فصل ۴ - الگوریتم پیشنهادی
۴۰	.....مقدمه.....۱-۴
۴۰	.....بهبود الگوریتم ژنتیک با استفاده از اتوماتای سلولی و جستجوی محلی.....۱-۱-۴
۴۰	.....بیان مسئله زمان بندی درس.....۱-۱-۱-۴
۴۱	.....ساختار کروموزوم.....۲-۱-۱-۴
۴۲	.....عملگر نخبه سالاری.....۳-۱-۱-۴
۴۲	.....عملگر جهش.....۴-۱-۱-۴
۴۲	.....عملگر ترکیب.....۵-۱-۱-۴
۴۳	.....جستجو.....۶-۱-۱-۴
۴۳	.....نتایج بدست آمده از پیاده سازی.....۷-۱-۱-۴
۴۴	.....حل مشکل جدول زمان بندی دروس دانشگاهی با استفاده از اتوماتای سلولی.....۲-۱-۴
۴۴	.....تعاریف و فرضیات.....۱-۲-۱-۴
۴۵	.....آماده سازی داده ها.....۲-۲-۱-۴
۴۶	.....انتخاب همسایگی.....۳-۲-۱-۴
۴۸	.....متدهای فرار از بهینه محلی.....۴-۲-۱-۴
۴۹	.....ایجاد زمانبندی اولیه.....۵-۲-۱-۴
۴۹	.....تعیین ضرایب برای محدودیت ها.....۶-۲-۱-۴
۵۱	.....نتایج شبیه سازی.....۷-۲-۱-۴
۵۴	.....فصل ۵ - نتیجه گیری و کارهای آینده
۵۴	.....نتیجه گیری.....۱-۵
۵۵	.....کارهای آینده.....۲-۵
۵۷	.....فهرست مراجع
۶۰	.....واژه نامه فارسی به انگلیسی.....
۶۱	.....واژه نامه انگلیسی به فارسی.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۴۳	جدول ۱-أ: نتایج شبیه سازی الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پیشنهادی (میزان جریمه)
۴۴	جدول ۲-أ: نتایج شبیه سازی الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پیشنهادی (زمان اجرا و برازندگی)

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۱	شکل ۱-۲: شبه کد الگوریتم تپه نوردی اولین انتخاب.
۱۲	شکل ۲-۲: شبه کد الگوریتم شبیه سازی حرارت.
۱۳	شکل ۳-۲: شبه کد الگوریتم بهینه سازی تکراری تصادفی با همسایگی های ترکیبی.
۱۹	شکل ۴-۲: سیستم برنامه کاری طرح ریزی شده توزیع شده چند عامله.
۲۲	شکل ۵-۲: نمونه خروجی مساله.
۳۰	شکل ۶-۲: شبه کد الگوریتم ممتیک.
۳۳	شکل ۱-۳: انواع همسایگی در اتوماتای سلولی دو بعدی.
۳۵	شکل ۲-۳: ارتباط بین اتوماتا و محیط.
۳۸	شکل ۳-۳: نمای کلی الگوریتم ژنتیک.
۴۱	شکل ۱-۴: ساختار کروموزوم.
۴۲	شکل ۲-۴: عملگر جهش.
۴۲	شکل ۳-۴: عملگر ترکیب.
۴۵	شکل ۴-۴: داده های اولیه.
۴۵	شکل ۵-۴: ماتریس تلاقی.
۴۷	شکل ۶-۴: همسایگی پیشنهادی اولیه.
۴۷	شکل ۷-۴: گسترش یافته همسایگی پیشنهادی.
۴۸	شکل ۸-۴: همسایگی پیشنهادی جدید.
۵۰	شکل ۹-۴: ساختار کروموزوم الگوریتم ژنتیک پیشنهادی برای تعیین ضرایب.
۵۰	شکل ۱۰-۴: عملگر جهش الگوریتم ژنتیک پیشنهادی برای تعیین ضرایب.
۵۱	شکل ۱۱-۴: عملگر ترکیب الگوریتم ژنتیک پیشنهادی برای تعیین ضرایب.
۵۱	شکل ۱۲-۴: نمودار نتایج بدست آمده با استفاده از همسایگی Moore.
۵۲	شکل ۱۳-۴: نمودار نتایج بدست آمده با استفاده از همسایگی von Neumann.
۵۲	شکل ۱۴-۴: نمودار نتایج بدست آمده با استفاده از همسایگی اولیه.
۵۳	شکل ۱۵-۴: نمودار نتایج بدست آمده با استفاده از همسایگی پیشنهادی.
۵۳	شکل ۱۶-۴: جدول زمانبندی برای دروس دانشکده برق و کامپیوتر.

فهرست علائم و نشانه‌ها

عنوان	علامت اختصاری
تابع هدف	f
پیشامد i	v_i
وضعیت سلول i	$a_i^{(t+1)}$
قانون اتوماتای سلولی	ϕ

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

در این فصل با مفهوم مسایل غیر چند جمله‌ای^۱، زمان‌بندی^۲ و تهیه جدول‌زمانی^۳ آشنا خواهیم شد. ما در این پژوهش با مفهوم تهیه جدول‌زمانی برای دروس دانشگاهی کار می‌کنیم. ابتدا به تعریف مسایل NP می‌پردازیم و بعد به تعریف کلی مساله و انواع زمان‌بندی آن پرداخته می‌شود.

۱-۲- مسایل NP

مسایل غیر چند جمله‌ای (NP) نمونه‌هایی از مسایل سخت هستند که از طریق روش‌های سنتی قابل حل نیستند. برای شناخت الگوریتم‌های سریع یا چند جمله‌ای مراحل زیادی باید طی شود و از طرفی به صورت الگوریتمی قابل حل نیستند. برای برخی مسایل اثبات شده است که حل آنها در یک زمان چند جمله‌ای امکان ندارد. البته وقتی یک جواب وجود ندارد، پیدا کردن آن خیلی دشوارتر است. اگر جواب وجود داشته باشد در این صورت بررسی کردن جواب، کاری بس ساده می‌باشد. این مطلب منجر به مسایل NP-Complete می‌شود. حالت NP-Complete بیشتر مربوط به مسایل تصمیم‌گیری است. NP به مفهوم یک چند جمله‌ای غیر قطعی است و این به این معنا است که می‌توان به وسیله الگوریتم‌های غیرقطعی در یک زمان NP جواب را حدس زد و سپس آن را مورد بررسی قرار داد. اگر یک ماشین حدس‌زن موجود باشد، آنگاه جواب مورد نظر در یک زمان قابل قبولی بدست خواهد آمد. مطالعه و بررسی مسایل NP-Complete به دلیل سهولت اعمال شده به مساله می‌باشد، چون جواب می‌تواند بلی یا خیر باشد. به خاطر وجود کارها و مسایلی با خروجی‌های بسیار پیچیده، یک گروه از مسایل، مسایل NP-Hard نامیده می‌شوند. این گروه از مسایل به محدودیت گروه مسایل NP-Complete نیستند. حالت NP-Hard بیش از همه مربوط به مسایل بهینه‌سازی است. یکی از ویژگی‌های آشکار مسایل NP این است که هنگام برخورد با این مسایل، الگوریتم یا الگوریتم‌هایی را که برای حل این مسایل مطلوب هستند به راحتی می‌توان یافت و کار آنها تنها جستجوی تمام جواب‌های ممکن است. اما مشکل این است که این الگوریتم‌ها بسیار کندتر از حد معمول هستند.

¹ Non – Definite Variables(NP)

² Scheduling

³ TimeTabling

۱-۳- مساله زمان بندی چیست؟

مساله زمان بندی مطابق زیر تعریف می شود: زمان بندی به صورت یک مساله واگذاری در نظر گرفته می - شود که در آن n نفر را به m منبع در دسترس مثل زمان یا شغل یا مکان نسبت می دهیم به طوری که به همه اهداف خود برسیم. یا نزدیک به هدف بهینه باشیم و همه محدودیت های مساله بر اثر این واگذاری تقریباً برقرار شوند. تهیه جدول زمانی نیز به صورت زیر تعریف می شود. جدول زمانی (Timetable) نشان دهنده این است که چه وقت (در چه قطعه زمانی) پیشامدهای بخصوصی می توانند رخ دهند و این لزوماً نتیجه نمی دهد که همه زمان ها مورد استفاده قرار گیرند. وقتی به اطراف خود نگاه می کنیم بسیاری از فعالیت ها نیاز به زمان بندی دارند و نتیجه آن را بوسیله یک جدول زمانی نشان می دهند. در حالت کلی برای هر جدول زمانی دو نکته زیر باید رعایت شود:

(۱) دو پیشامد در یک زمان و مکان خاص نمی تواند رخ دهد.

(۲) منابع در دسترس برای سرویس دادن به همه پیشامدها در هر زمان باید کافی باشد.

به عبارت ساده تر مساله باید شدنی باشد. این دو نکته کلیت دارند ولی در مسائل واقعی معمولاً تعداد محدودیت ها خیلی زیاد است. در حالت کلی محدودیت های مساله زمان بندی به دو دسته سخت و نرم تقسیم بندی می شوند.

(۱) محدودیت های سخت: برای شدنی بودن جدول زمانی در نظر گرفته می شوند. در واقع شرط لازم برای زمان بندی هستند.

(۲) محدودیت های نرم: برای انعطاف پذیری و کیفیت بهتر جدول زمانی در نظر گرفته می شوند. یک جدول زمانی با کیفیت بالا یعنی جدولی که شدنی باشد و کمترین تعداد عدم برقراری در محدودیت های نرم را تا حد قابل قبول داشته باشد. قابل قبول بودن در اینجا بستگی به نوع مساله و مقدار منابع در دسترس در مساله دارد.

۱-۴- انواع مساله زمان بندی

۱-۴-۱- زمان بندی صادرات

بیشترین نوع زمان بندی که در جهان مورد استفاده قرار می گیرد، زمان بندی صادرات است. این مساله نیز مشابه مسائلی مثل زمان بندی اتوبوس، قطار، و است. تفاوت این مساله با انواع دیگر مساله زمان بندی در این است که اینجا منابع در حال حرکت است و یک فاصله مکانی را بسته به سفارش مشتری باید طی کند. در مورد زمان بندی قطارها نیز عوامل زیر در تهیه جدول زمانی موثر است. محدودیت تعداد قطارها،

عدم همزمانی دو قطار در یک ریل یا در فاصله بین دو ایستگاه، تعداد ساعات معین کار برای هر نفر و محدودیت تعداد افراد و خطوط راه‌آهن در این مساله مهم است.

۱-۴-۲- زمان بندی کارمندان

برنامه‌ریزی شیفت‌های کاری و زمان‌بندی کار در هر شیفت کارخانه یا اداره مورد نظر است. به عنوان مثال یک بیمارستان بزرگ را در نظر بگیرید. زمان‌بندی ۲۴ ساعته تمام دکترها و پرستارها در سه شیفت ۸ ساعته، بطوری که در هر شیفت یک تعداد مشخص دکتر و پرستار در هر بخش باشند. این مساله نیز محدودیت‌های خاص خود را دارد. با توجه به قوانین بیمارستان می‌توان محدودیت‌های این مساله را نوشت. هدف تهیه جدول کاری است به طوری که استراحت کافی بین هر ۲ شیفت متوالی برای هر دکتر و پرستار وجود داشته باشد.

۱-۴-۳- زمان بندی شغلی کارخانه

زمان‌بندی پروژه یک ساختمان یا شرکت و یا زمان‌بندی تولیدات یک کارخانه و..... این نوع برنامه‌ریزی نیز بسیار مورد توجه و مطالعه است. هدف ماکزیمم کردن کارائی کارخانه براساس تولید بهتر و بیشتر است. این امر زمان‌بندی دستگاه‌ها و طرز چین آنها را تحت شعاع قرار می‌دهد تا آنجائی که کمیت تولید و هم کیفیت تولید به سطح قابل قبولی برسد. برای روشن شدن مطلب به مثال زیر توجه کنید:

۳ ماشین در خط تولید یک کارخانه را در نظر بگیرید. ماشین A، قطعه a، ماشین B، قطعه b را تولید می‌کنند. در مراحل تولید x درصد از a و y درصد از b در ماشین c استفاده شده و تولید را کامل می‌کند. با توجه به زمانی که ماشین A کار می‌کند و نیز مقدار ساعتی که ماشین B کار می‌کند. یک برنامه زمان-بندی برای هر ۳ دستگاه داده می‌شود. لزوم این برنامه، بدین دلیل است که روشن بودن دائم دستگاه C متحمل هزینه خیلی زیادی است.

۱-۴-۴- زمان بندی مدرسه

یکی دیگر از انواع زمان‌بندی که نسبتاً مشکل است. تهیه جدول دروس هفتگی در دبیرستان است. در این مساله دروس هر پایه ثابت است. دبیران هر درس و هر پایه مشخص و مکان هر کلاس معین است. هدف تهیه جدول هفتگی دروس هر پایه می‌باشد بطوری که هدف‌های کلی و خاص مدیریت دبیرستان برقرار شود. مثلاً عدم پراکندگی ساعات تدریس یک دبیر، متوالی نبودن درس‌های مشکل که در این مورد مدیریت اقدام به اولویت‌بندی درس‌های هر پایه یا هر رشته تحصیلی می‌کند، کم کردن هزینه‌های

دبیرستان یک عامل مهم در زمان‌بندی، بالا بردن رضایت معلمان از برنامه ارائه شده، را می‌توان از اهداف این زمان‌بندی در نظر گرفت.

۱-۴-۵- زمان بندی دانشگاه

این مسئله به دو دسته کلی ۱. زمان‌بندی دروس ۲. زمان‌بندی امتحانات، تقسیم می‌شود. مشکل بودن این مساله در حالت کلی وابسته به سیستم انتخاب واحد دانشگاه است. در دانشگاه‌هایی که دانشجویان دسته‌بندی شده‌اند، انتخاب واحد کم یا اصلاً مطرح نیست. در چنین دانشگاه‌ها یا موسساتی تلاقی درس‌ها قابل پیش‌بینی است و جدول‌زمانی هر سال مجدداً تکرار می‌شود. در سیستم انتخاب واحد پیشرفته، زمان‌بندی مشکل‌تر است زیرا هر دانشجو آزادانه یک سری از دروس را انتخاب می‌کند حتی از دانشکده‌های دیگر. در این حالت گراف تلاقی قابل پیش‌بینی نیست. برنامه آموزش در این دانشگاه‌ها هر ترم در حال تغییر است. در مورد زمان‌بندی امتحانات کارساده‌تر است چون اساساً محدودیت‌های مساله کمتر است. در این نوع مساله واگذاری اتاق به امتحان مطرح می‌شود و هدف استفاده بهینه از کلاس‌ها و مینیمم کردن طول امتحانات و عدم توالی امتحانات برای هر دانشجو، تا جایی که امکان دارد، می‌باشد.

۱-۵- زمان بندی دروس دانشگاهی

تخصیص دروس به کلاس‌های معین در دوره‌های زمانی مشخص را مسأله زمان‌بندی دروس دانشگاهی می‌گویند. منظور از کلاس، مکان تشکیل درس و منظور از دوره زمانی، زمان تشکیل آن می‌باشد. در یک زمان‌بندی دروس دانشگاهی برگزاری همزمان دو درس با دانشجویان و یا اساتید مشترک در یک دوره‌ی زمانی یکسان را تداخل می‌گویند. هدف از بررسی یک زمان‌بندی دروس دانشگاهی در حالت کلی کاهش تعداد تداخل بین دروس با دانشجویان و یا مدرسان مشترک و همچنین رفع همزمانی دروسی است که به یک اتاق مشترک نیاز دارند. برای مؤسسه‌های بزرگ مانند دانشگاه‌ها با افزایش تعداد محدودیت‌ها رسیدن به یک جواب قابل قبول بسیار مشکل‌تر خواهد بود.

زمان‌بندی دروس در دانشگاه‌ها یک مسئله بهینه‌سازی با حل محدودیت‌های چندگانه است. مهم‌ترین رسالت زمان‌بندی دروس رسیدگی به محدودیت‌های متنوع از قبیل برخورد در ساعات تدریس، پیوستگی ساعات تدریس و غیره... است.

برنامه‌ریزی دروس دانشگاهی مساله‌ای است که در آن برای دروس دانشگاهی یک جدول برنامه هفتگی تهیه می‌شود. برنامه‌ریزی باید به گونه‌ای باشد که دروس در تعداد معینی از کلاس‌ها و بازه‌های زمانی به شکلی

قرار گیرند که در یک کلاس و بازه زمانی مشخص، بیش از یک درس قرار نگیرد. نمونه‌های مختلفی از این مسأله در دانشگاه‌های مختلف و مطابق با قوانین و محدودیت‌های آنها وجود دارد. با توجه به محدودیت‌ها و پارامترهای مؤثر و تعداد پاسخ‌های ممکن، یافتن یک پاسخ مناسب و کامل در زمان محدود برای این مسأله بسیار مشکل و حتی گاهی غیرممکن می‌نماید. به همین منظور این مسأله در زمره‌ی مسائل NP-hard است.

فصل ۲- روش های حل زمان بندی دروس دانشگاهی و کارهای انجام

شده

در این بخش به بررسی روش های حل زمان بندی دروس دانشگاهی و کارهایی می پردازیم که پیش از این در زمینه زمان بندی دروس دانشگاهی انجام شده اند.

۲-۱- روش های متفاوت حل زمان بندی دروس دانشگاهی

به علت پیچیدگی و زمان بر بودن، و همچنین عدم رضایت بخشی برنامه ریزی دستی در برخی زمینه ها، سال هاست که به مسأله برنامه ریزی خودکار، توجه ویژه ای می شود. از سال 1962 که گاتلیب [۱] نخستین مقاله را در این زمینه ارائه داد، مقالات بسیاری در کنفرانس ها و مجله ها منتشر شده است. طی سال های اخیر نیز مقالات زیادی در این زمینه ارائه شده و روش های مختلفی برای حل زمان بندی دروس دانشگاهی معرفی شده که از لحاظ نحوه عملکرد، سرعت محاسبه و میزان کارایی متفاوتند. در این بخش، برخی از مهمترین روش های حل این مسأله ارائه می شود:

- برنامه ریزی ریاضی (خطی)
 - الگوریتم رنگ آمیزی گراف
 - روش های فرامکاشفه ای و الگوریتم های جستجوی محلی
 - الگوریتم تپه نوردی اولین انتخاب
 - الگوریتم شبیه سازی حرارت
 - الگوریتم بهینه سازی تکراری تصادفی با همسایگی های ترکیبی
 - الگوریتم جستجوی ممنوعه
 - الگوریتم های فازی
 - سیستم های خبره
 - سیستم های چند عامله
 - روش های جمعیت گرا یا تکاملی
- انواع معمول این روش ها در کاربرد طراحی جدول زمان بندی عبارتند از:
- الگوریتم ژنتیک
 - الگوریتم اجتماع مورچه ها
 - الگوریتم زنبور عسل

• الگوریتم ممیتیک^۱ (ابرمکاشفه‌ای)

الگوریتم‌های ابرمکاشفه‌ای، الگوریتم‌هایی هستند که در فضای الگوریتم مکاشفه‌های (الگوریتم‌های سطح پایین) جستجو کرده و بهترین ترکیب آن‌ها را برای حل مسأله‌ی مورد نظر به دست می‌آورند. از جمله مزیت‌های این الگوریتم‌ها اعمال آن‌ها بر گستره‌ی بزرگی از انواع مسائل بهینه‌سازی و کاهش احتمال گیر افتادن الگوریتم در نقاط بهینه‌ی محلی می‌باشد.

۲-۱-۱- برنامه ریزی ریاضی

اگر از منظر تحقیق در عملیات به این مسأله بنگریم، می‌بینیم که این مسأله، یک مسأله بهینه‌سازی است که می‌توان آن را در قالب یک مسأله برنامه‌ریزی خطی با اعداد صحیح، مدلسازی و با استفاده از الگوریتم شاخه و کران و به کارگیری نرم‌افزارهایی مانند GAMS یا AIMMS حل کرد. هنگامی که مسأله زمان‌بندی به مسأله برنامه‌ریزی خطی با اعداد صحیح تبدیل می‌شود با یک مدل با ابعاد بزرگ مواجه هستیم که حتی نرم‌افزارهای خوب نیز نمی‌توانند آن را در زمان کم حل کنند. لذا الگوریتم‌های مکاشفه‌ای مورد توجه قرار گرفتند که بتوانند مسائل بهینه‌سازی با ابعاد بزرگ را با زمان اجرای مناسب تا حدودی حل کنند. ضعف اصلی الگوریتم‌های مکاشفه‌ای در مقایسه با الگوریتم‌های غیر مرکب و شاخه و کران در پیدا کردن جواب بهینه مطلق است [۲]. الگوریتم‌های غیر مرکب و شاخه و کران جواب بهینه مطلق را می‌یابند، ولی در مدل‌هایی با ابعاد بزرگ برای اجرای این الگوریتم‌ها زمان زیادی لازم است. در حالی که الگوریتم‌های مکاشفه‌ای زمان اجرای کمی دارند، نمی‌توانند جواب بهینه مطلق را بیابند و فقط یک جواب خوب (نزدیک به بهینه) ارائه می‌دهند؛ زیرا در آنها عنصر احتمال نقش دارد و هزینه‌ی استفاده از این الگوریتم‌ها برای حل مسائل با ابعاد بزرگ، از دست دادن جواب بهینه مطلق است. روش به کار رفته که این مشکل را رفع می‌کند؛ بدین ترتیب که مسأله زمان‌بندی را به دو مدل برنامه‌ریزی خطی صحیح با ابعاد کوچک تبدیل کرده، به طوری که این دو مدل مجموعاً توصیف‌کننده‌ی مسأله زمان‌بندی باشند و در زمان کم با استفاده از نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی خطی با اعداد صحیح قابل حل باشند [۳]. با این روش در زمان کوتاه، جواب بهینه مطلق مسأله یافت می‌شود.

۲-۱-۱-۱- یک مدل مبتنی بر برنامه ریزی ریاضی برای ایجاد جدول زمان بندی دروس

در این مقاله برای حل مشکل جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی از برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شده است.

در این مقاله محدودیت‌های سخت در پنج دسته‌ی زیر قرار گرفته است:

¹ Memetic

۱. در یک کلاس، در یک ساعت فقط یک درس می‌تواند تشکیل شود.
 ۲. دو درس مربوط به یک گروه درسی نباید همزمان تشکیل شود.
 ۳. یک استاد، در یک ساعت فقط یک درس می‌تواند تدریس کند.
 ۴. ساعات تعیین شده برای یک استاد باید با وقت پیشنهادی استاد هماهنگ باشد.
 ۵. ظرفیت کلاس نباید از تعداد دانشجویان آن کمتر باشد.
- بند ۴ می‌تواند یک محدودیت نرم باشد، یعنی تا حد امکان برقرار باشد، ولی در اینجا محدودیت سخت در نظر گرفته شده است. علاوه بر محدودیت‌های فوق، شرایط دیگری نیز وجود دارند که محدودیت‌های نرم هستند و به چهار دسته تقسیم شده‌اند:
۱. ساعت‌های خالی در برنامه‌ی هفتگی هر کلاس حداقل شود.
 ۲. کلاس‌های مربوط به دو جلسه درس‌های سه یا چهار واحدی یکسان باشد.
 ۳. زمان برگزاری دو جلسه درس‌های سه یا چهار واحدی یکسان باشد.
 ۴. یک روز بین زمان برگزاری دو جلسه سه یا چهار واحدی فاصله باشد.
- مسئله زمان‌بندی به صورت یک مسئله برنامه‌ریزی خطی صحیح بیان می‌شود، به طوری که مینیمم شدن تابع هدف مسئله به معنای تا حد امکان برقرار بودن محدودیت‌های نرم باشد؛ مشروط بر اینکه محدودیت‌های سخت برقرار باشند [۴].

۲-۱-۲- الگوریتم رنگ آمیزی گراف

از پرکاربردترین روش‌های ارائه شده جهت حل مسئله جدول زمان‌بندی روش رنگ‌آمیزی گراف است. نخستین بار در ۱۹۶۷ پل ارتباطی مسئله رنگ‌آمیزی گراف و مسئله جدول زمان‌بندی برقرار شد [۵] که منجر به مطالعات گسترده‌ی بعدی در این زمینه گردید. ترکیب این روش با روش‌های جستجوی مختلف، روش‌های اکتشافی و نیز نگرش‌های متنوع در شبیه‌سازی مسئله جدول زمان‌بندی با مسئله رنگ‌آمیزی گراف منجر به ارائه‌ی متدهای متنوعی بر مبنای این مسئله شده است.

قدرت و امتیاز اصلی این روش‌ها به دلیل تولید راه حل‌های بهینه در زمان بسیار کوتاه و سهولت پیاده‌سازی می‌باشد.

به سادگی می‌توان یک مدل گرافی برای این نوع مساله زمان‌بندی ارائه داد. به این صورت که n تا پیشامد v_1 تا v_2 در نظر بگیریم. بوضوح رویدادهای خاصی با هم نمی‌توانند در یک زمان باشند. پس یک گراف با $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ در نظر می‌گیریم. یعنی هر راس معادل یک رویداد است. به هر دو راسی که رویداد متناظر آنها تلاقی دارند یک یال رسم می‌کنیم. یعنی پیشامد v_i و v_j نباید در یک زمان ارائه شوند.

با رنگ کردن راس‌های گراف بطوری که هر دو راس مجاور غیر هم‌رنگ باشند، هر رنگ می‌تواند مطابق با یک قطعه زمانی در جدول زمان‌بندی باشد. بوضوح اگر ما n رنگ در دسترس داشته باشیم مساله خیلی