



ТЕОРІЯ ФОРМАЛЬНИХ ГРАМАТИК

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр (8)</i>
Обсяг дисципліни	<i>Лекції: 18 год., комп'ютерний практикум: 18 год., самостійна робота: 114 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, семестрова контрольна робота, додаткові завдання на лекціях, практичні роботи</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року (roz.kpi.ua)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Баклан Ігор Всеволодович, iaa@ukr.net Комп'ютерний практикум: к.т.н., доцент, Баклан Ігор Всеволодович, iaa@ukr.net, ас. Шулькевич Тетяна Вікторівна, tatyana_victorovna@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>CAMPUS</i>

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

1. Що буде вивчатися
 - основи формальних граматики як формальних систем ;
 - класифікація і ієрархія формальних граматики;
 - ймовірнісні граматики, нечіткі граматики, автоматні граматики і скінченні автомати;
 - абстрактні машини Тюрінга, Поста; нечіткі алгоритми, нечіткі мови, нечітка машина Тюрінга
2. Чому це цікаво/треба вивчати
 - теорія формальних граматики — це шлях до аналізу існуючих мов програмування та створення нових;
 - використання класичних методів формальних граматики разом з сучасними підходами для реалізації нових мов програмування
3. Чому можна навчитися (результати навчання)
 - застосовувати методи формальних граматики різних класів для опису мов, процесів, різних практичних застосувань;
 - застосовувати методи для аналізу алгоритмів, конструювання формальних систем і моделей
4. Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)
 - застосовувати формальні граматики для аналізу і розробки програмного забезпечення конструювання програмних систем
 - аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні засоби для опису, конструювання формальних мов, формальних алгоритмів, впровадження цих підходів для формалізації процесів розв'язання складних задач

Для успішного вивчення дисципліни даного курсу потрібно освоєння матеріалів наступних навчальних курсів (у відповідності з **освітньо-професійною програмою** «Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем»): “Дискретна математика”, “Теорія ймовірностей”.

2. Зміст навчальної дисципліни

1. Поняття граматики мови. Класифікація граматики

Введення до теорії формальних граматики. Класифікація формальних граматики за Наомом Хомським.

Огляд практичних занять (лабораторних робіт) курсу.

2. Техніка побудови граматики

Придбання навичок у компактному описі мов у вигляді граматики та автоматів є одним із головних завдань цих лекцій. Завдання можна сформулювати таким чином: заданий вигляд ланцюжків мови, потрібно описати їх за допомогою граматики, що породжує..

3. Контекстно-вільні граматики

Контекстно-вільну граматику будувати простіше, загальний підхід до її будови полягає в покроковій деталізації. Розбиваємо ланцюжок на компоненти і вводимо нетерміналі, що відбивають їхню суть. Кожну компоненту, отриману на попередньому кроці, розбиваємо на підкомпоненти тощо, поки не дійдемо до терміналів.

4. Синтаксичний аналіз А-мов. Розпізнавачі мов

Схема алгоритму та програма, що аналізує належність ланцюжка заданій А-мові, будуватиметься тривіально за графом станів А-граматики.

Кожній вершині графа, крім заключної та «помилкової», відповідає блок вибору чергового символу аналізованого ланцюжка. Кожному ребру, точніше позначці ребра, - блок аналізу

символу з наступним переходом до того чи іншого блоку вибору. Кожному шляху по графу відповідає шлях за схемою та програмою. Процес побудови аналізатора розглянемо з прикладу аналізатора чисел з фіксованою точкою..

5. Теорія обчислень. Скінченні автомати.

Інформатика передувє комп'ютерам. Теоретичні основи обчислень були закладені задовго до створення першого комп'ютера. Те, що ми зараз називаємо теорією обчислень, було розроблено в середині двадцятого століття дослідниками, які шукали систематичний метод вирішення всіх математичних проблем.

Їхні зусилля привели до розробки цифрових комп'ютерів і, що не менш важливо, показали, що саме автоматичне обчислення не може зробити. Але спочатку давайте з'ясуємо, що саме ми маємо на увазі під обчисленням.

Обчислення — це виконання процедури, яка обробляє вхідні дані без зовнішнього втручання після того, як вона починається, і, якщо все йде добре, зрештою припиняється, даючи результат, який відповідає наданим вхідним.

6. Недетерміновані скінченні автомати. Мінімальні автомати

Це може здатися дивним підходом до проектування скінченних автоматів, і програмування такої машини може вимагати певної процедури повернення назад, у випадку, якщо ми зробимо неправильний вибір (оскільки ми не знаємо наперед, коли символ прочитаний є останнім у рядку). На жаль, ми не можемо зробити резервну копію в кінцевому автоматі; всі рішення повинні прийматися тільки на основі поточного стану та вхідного символу.

На щастя, можна перетворити будь-який NFA на DFA, відстежуючи всі можливі кроки. Незабаром ми побачимо цю процедуру. Але спочатку давайте подивимося ще кілька прикладів NFA..

7. Регулярні автомати і регулярні граматики

Основні питання що розглядаються в лекції:

- Використання регулярних виразів для опису регулярних мов
- Перетворення між регулярними виразами та кінцевими автоматами
- Використання звичайних граматик для опису регулярних мов
- Перетворення між регулярними граматиками та кінцевими автоматами.

8. Ліволінійні граматики. Властивості регулярних мов.

Також можна представити звичайну мову за допомогою ліволінійної граматики, хоча відповідність автомату спочатку не така зрозуміла. Ліволінійні граматики генерують рядки назад (справа наліво), тоді як праволінійні граматики генерують рядки зліва направо. Ми витягуємо ліволінійну граматику зі скінченного автомата або GTG, обходячи машину назад. Якщо є кілька кінцевих станів, ми вводимо новий єдиний кінцевий стан із лямбда-переміщеннями від вихідних кінцевих станів, як ми робили під час перетворення автоматів у регулярні вирази раніше. Тоді кінцевий стан стає початковим і навпаки. Фокус полягає в тому, щоб писати правила задом наперед..

9. Контекстно-вільні мови і їх властивості

Виявивши, що є деякі мови, які не є регулярними, ми тепер розглянемо тип машини, яка приймає деякі з цих мов. Тип машини, яку ми будемо використовувати, по суті, ідентичний кінцевим автоматам, які ми бачили, за винятком того, що ми додамо використання зовнішньої стекової структури даних як допоміжного сховища, і її влучно названо pushdown automaton (PDA). Класом мов, які приймають автомати, що витягуються, є контекстно-вільні мови (CFL).

У цих лекціях ми також побачимо, що, на відміну від звичайних мов, існує різниця між недетермінованими та детермінованими CFL.

Деякі CFL за своєю суттю є недетермінованими.

10. Машина Тюрінга.

11. Синтаксичний аналіз KB-мов. Граматики передування

12. Семантика мов програмування.

13. Ліволінійні граматики. Властивості регулярних мов

3. Навчальні матеріали та ресурси

1. Спекторський І.Я., Статкевич В.М. Формальні мови та автомати . – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 167 с.
2. Гавриленко С.Ю., Клименко А.М. Любченко Н.Ю. та ін. Теорія цифрових автоматів та формальних мов. – Харків, НТУ «ХПІ», 2010. – 176 с.
3. Гавриленко С.Ю., Клименко А.М. Носков. В.І Логіка дискретних автоматів: навч. посіб.–Х: НТУ «ХПІ», 2014.–129 с.
4. Захарія Л. М., Заяць М. М. Формальні мови та граматики: навч. посіб.– Львів, «Львівська політехніка», 2016.– 196 с.
5. Гаврилків В.М. Формальні мови та алгоритмічні моделі: навч. посіб. – Івано-Франківськ: «Сімик», 2012. – 172 с.

4. Допоміжна література

1. Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman. Compilers: Principles, Techniques, & Tools. Pearson Education, Inc., 2007. – 1009 p.
2. David Gries. Compiler Construction for Digital Computers. John Wiley & Sons, Inc., 1971. – 542 p.
3. Donald Knuth. Top-Down Syntax Analysis, Acta Informatica, volume 1, 1971. – pp. 79-110.
4. Leland L. Beck. System Software. An Introduction to systems programming. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1985. – 437 p.
5. P.M. Lewis, D.J. Rosenkrantz, R.E. Stearns, Compiler Design Theory. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1976. – 645 p.
6. W.M. McKeeman, J.J. Horning, D.B. Wortman. A Compiler Generator. Prentice-Hall, Inc., 1979. – 513 p.
7. V.J. Rayward-Smith. A first Course in Formal Language Theory. Blackwell Scientific Publications, 1983. – 124 p.
8. Alfred V. Aho, Jeffrey D. Ullman. The Theory of Parsing, Translation and Compiling. Volume 1. Parsing. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1972. – 582 p.
9. Alfred V. Aho, Jeffrey D. Ullman. The Theory of Parsing, Translation and Compiling. Volume 2. Compiling. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1973. – 471 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Тема	Тривалість [хв]
1.	Поняття граматики мови. Класифікація граматик	90
2.	Техніка побудови граматик	90
3.	Контекстно-вільні граматики	180
4.	Синтаксичний аналіз А-мов. Розпізнавачі мов	180
5.	Теорія обчислень. Скінченні автомати	90
6.	Недетерміновані скінченні автомати. Мінімальні автомати	180
7.	Регулярні автомати і регулярні граматики	90
8.	Ліволінійні граматики. Властивості регулярних мов	180
9.	Контекстно-вільні мови і їх властивості	90
10.	Машина Тюрінга.	90
11.	Синтаксичний аналіз KB-мов. Граматики передумання	90

12.	Семантика мов програмування.	270
13.	Ліволінійні граматики. Властивості регулярних мов	180

Лабораторні роботи у відповідності з Методичними вказівками виконання лабораторних робіт навчального курсу Інженерія знань

№	Тема	Тривалість [хв]	Максимальна оцінка
	Побудова граматик		
1.	Побудова граматики на основі мовного тексту	90	10
2.	Побудова граматики функції COND мови програмування LISP	90	10
3.	Аналізатор	90	10
4.	Формальні мови і скінченні автомати	90	10
5.	Детерміновані скінченні автомати (DFA)	90	10
6.	Регулярні вирази і регулярні граматики	90	10
7.	Властивості регулярних мов	90	10

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів ведеться за наступними напрямками

Вивчення практичних настанов зі створення граматик.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентами зазначається наступна система вимог

Виконується контроль відвідування занять, пропуск лекційного заняття – додаткове запитання на екзамені/заліку

Лабораторні роботи виконуються та захищаються індивідуально.

Виконання лабораторних робіт мають дедлайни.

- Відвідування занять з лабораторних робіт може бути епізодичним та за потреби захисту робіт лабораторних робіт.
- Правила поведінки на заняттях: активність, повага до присутніх, відключення телефонів.
- Дотримання політики академічної доброчесності.
- Правила призначення заохочувальних та штрафних балів є наступними.

Заохочувальні бали нараховуються за:

- точні та повні відповіді під час опитувань за матеріалами лекцій. Протягом семестру на лекціях відбувається бліц-опитування за темами минулих лекцій. Максимальна кількість балів за бліц-опитування: 3 бали.

- творчий підхід у виконанні робіт комп'ютерного практикуму. Максимальна кількість балів за всі роботи – 2 бали.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Для лекційних занять виконується контроль відвідування занять з наявністю додаткових запитань на екзамені за пропущені заняття

Протягом семестру студенти виконують 6 лабораторних робіт. Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу: 9 балів.

Бали нараховуються за:

- якість виконання лабораторної роботи: 0-4 бали;
- відповідь під час захисту лабораторної роботи: 0-4 бали;
- своєчасне представлення роботи до захисту: 0-4 бали.

Критерії оцінювання якості виконання:

- 4 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі;
- 2 бал – робота виконана в повному обсязі, але містить незначні помилки;
- 0 балів – робота виконана не в повному обсязі, або містить суттєві помилки.

Критерії оцінювання відповіді:

- 3 бали – відповідь повна, добре аргументована;
- 1 бал – в цілому відповідь правильна, але має недоліки або незначні помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання своєчасності представлення роботи до захисту:

- 2 бали – робота представлена до захисту не пізніше терміну семестрової контрольної роботи;
- 0 балів – робота представлена до захисту пізніше вказаного терміну.

Максимальна кількість балів за виконання та захист лабораторних робіт:

9 балів × 6 комп. практик. = 54 бали.

Протягом семестру на лекціях надаються додаткові завдання за темою поточного заняття. Максимальна кількість балів за додаткові завдання, яку можна отримати протягом семестру: 3 бали.

Завдання на семестрову контрольну роботу складається з 5 запитань – 2 теоретичних та 3 практичних. Відповідь на кожне запитання теоретичне оцінюється 8 балами, та практичне 9 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання контрольної роботи:

- 5 балів – відповідь правильна, повна, добре аргументована;
- 4 бали – відповідь правильна, розгорнута, але не дуже добре аргументована;
- 3 бали – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;
- 2-3 бали – у відповіді є незначні помилки;
- 1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання практичного запитання контрольної роботи:

- 5 балів – відповідь правильна, розрахунки виконані у повному обсязі;
- 4 бали – відповідь правильна, але не дуже добре підкріплена розрахунками;
- 3 бали – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;
- 2-3 бали – у відповіді є незначні помилки;
- 1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Максимальна кількість балів за семестрову контрольну роботу:

8 балів × 2 теоретичні запитання + 9 балів × 3 практичні запитання = 43 бали.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$R_c = R_{\text{ком.практ}} + R_{\text{опитув}} + R_{\text{МКР}} = 54 \text{ бали} + 3 \text{ бали} + 43 \text{ бали} = 100 \text{ балів.}$

Семестровий контроль: залік

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

Доцент кафедри ІПІ ФІОТ, к.т.н. Баклан Ігор Всеволодович

Ухвалено кафедрою ІПІ ФІОТ (протокол № 16 від 29.05.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024)