



Département d'informatique
IFT 580 – Compilation et interprétation des langages
Plan d'activité pédagogique
Hiver 2019

Enseignant**Vincent Ducharme**

Courriel :	Vincent.Ducharme2@USherbrooke.ca
Local :	D4-1010-20
Téléphone :	(819) 821-8000 poste 66186
Site :	http://info.usherbrooke.ca/vducharme/ift580
Disponibilité :	Prise de rendez-vous par courriel

Responsable(s) : Richard St-Denis

Horaire

Exposé magistral :	mercredi	10 h 30 à 12 h 20	salle D4-2022
	jeudi	8 h 30 à 9 h 20	salle D4-2022

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	S'initier à l'écriture de compilateurs et d'interpréteurs de langages de programmation, en particulier à l'analyse sémantique ainsi qu'à la génération et à l'optimisation de code.
Contenu :	Organisations générales de compilateurs et d'interpréteurs. Interpréteurs itératifs et récursifs. Grammaires attribuées. Évaluation d'attributs. Classes de grammaires attribuées. Analyse sémantique: gestion des symboles, vérification et inférence de types, allocation d'adresses, organisation de l'espace des données, traitement des énoncés de contrôle et des appels de fonctions. Code intermédiaire et machine virtuelle. Techniques de génération de code. Introduction à l'optimisation de code. Construction d'un compilateur à l'aide de générateurs de compilateurs.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 6 heures de travail personnel par semaine
Préalable	IFT 313 et IFT 339
Particularités	Cette activité pédagogique se présente sous la forme de cours magistraux.

1. <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/ift580.html>

1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation d'un comité de programme du Département d'informatique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

La construction de compilateurs est une discipline de l'informatique. Elle possède sa propre terminologie, ses propres normes de conception, ainsi que ses propres théories et techniques mises au point depuis maintenant 45 ans². C'est pour cette raison que les compilateurs sont aujourd'hui d'une très grande efficacité et d'une haute fiabilité. Cela n'est pas très surprenant, car les compilateurs constituent un outil de travail essentiel pour les informaticiens.

Il existe aussi plusieurs outils qui s'apparentent aux compilateurs et qui requièrent les mêmes techniques de base pour leur mise en oeuvre. Mentionnons à titre d'exemples les assembleurs, les interpréteurs, les préprocesseurs et les éditeurs syntaxiques contextuels.

L'activité pédagogique intitulée *Compilation et interprétation des langages* est la deuxième activité portant sur l'étude formelle des langages de programmation. Elle complète l'activité pédagogique *Introduction aux langages formels* qui introduit des outils de description de langages et de mise en oeuvre d'analyseurs lexicaux et syntaxiques basés sur la théorie des automates et des langages formels. Elle intègre plusieurs aspects des activités pédagogiques suivantes: *Programmation système* (langage machine, langage d'assemblage et architecture des ordinateurs), *Structures de données* (schémas de découpage, gestion de mémoire et ramasse-miettes), *Algorithmes et structures de données* (tri topologique, programmation dynamique et coloriage de graphes) et *Intelligence artificielle* (unification).

Notons que, contrairement à l'activité pédagogique *Introduction aux langages formels*, celle dédiée à la compilation et à l'interprétation des langages n'est pas un cours théorique. L'importance est mise sur l'étude d'un petit compilateur (programme C d'environ 21 000 lignes généré à partir d'une spécification de haut niveau d'environ 6 000 lignes) qui sera modifié par les étudiants dans la deuxième moitié de la session.

1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiante ou l'étudiant sera capable :

1. de formuler des règles sémantiques à l'aide de grammaires attribuées;
2. de comprendre différentes techniques d'évaluation d'attributs;
3. de comprendre les principaux traitements sémantiques relatifs aux langages impératifs et procéduraux;
4. de connaître et comprendre les principales techniques de génération de code;
5. de connaître et comprendre quelques techniques d'optimisation de code;
6. de connaître et comprendre deux formes de mise en oeuvre d'interpréteurs;
7. d'utiliser des systèmes d'écriture automatique de compilateurs.

1.3 Contenu détaillé

Le tableau suivant contient la matière présentée dans ce cours. L'étude de cette matière est accompagnée d'au moins quatre devoirs couvrant tous les sujets, dont au moins trois travaux pratiques utilisant des outils de construction automatique d'analyseurs sémantiques et de compilateurs.

Thème	Contenu	Nb d'heures	Objectifs	TP	Références suggérées
1	Introduction: présentation du domaine des compilateurs; présentation du plan de cours; quelques rappels sur l'analyse lexicale et syntaxique.	3		TP	

2. M. Jackson, Loyal opposition: specializing in software engineering, *IEEE Software*, 16 (6), 1999.

2	Grammaire attribuée: grammaire S-attribuée, L-attribuée, sans cycle, fortement sans cycle, ordonnée. Évaluation d'attributs: graphe de dépendance, tri topologique, évaluation dirigée par la syntaxe, parcours d'arbres et de graphes. Classification des grammaires attribuées.	8	1,2	D	chap. 5 de [1] chap. 3 de [13]
3	Analyse sémantique et génération de code intermédiaire: gestion des symboles; vérification et inférence de types; allocation d'adresses; organisation de l'espace de données; traitement des énoncés de contrôle; traitement des appels de fonctions; graphe orienté acyclique pour expressions; code des instructions; machine virtuelle.	6	1,2,3	TP	chap. 6 de [1]
4	Technique de génération de code: blocs de base, optimisation des blocs de base; allocation et affectation de registres; optimisation à la lucarne; génération de code par programmation dynamique.	6	4	D, TP	chap. 8 de [1]
5	Optimisation de code: sources principales d'optimisation; introduction à l'analyse de flot de données.	6	5	D	chap. 9 de [1]
6	Interpréteurs: interpréteurs itératifs et interpréteurs récursifs.	2	6		chap 4 de [13]
7	Construction d'un compilateur: boîte à outils de construction de compilateurs.	9	7	TP	note de cours [2]

1. Le cours doit comprendre au moins trois travaux pratiques couvrant les sujet marqués «TP» dans le tableau et 3 devoirs couvrant les sujets marqués «D» dans le tableau.

2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.

2.1 Méthode pédagogique

Une semaine comporte quatre heures de présence en classe réparties dans une proportion de trois heures de présentation de notions dites théoriques et d'une heure consacrée à des exercices. Certaines semaines peuvent comprendre 4 heures de notions théoriques. La session se terminera le 29 mars 2019. Certaines semaines pourraient comporter 3 heures de présence en classe.

2.2 Calendrier

Semaine	Thèmes	Lecture	Devoir
1	1,6	notes de cours et chapitre 1 de [1] et section 4.1 de [13]	
2	2,7	sections 5.1 à 5.3 de [1]	
3	2,7	sections 5.4 et 5.5 de [1]	Réception devoir 1
4	2,3	section 3.1 et 3.2 de [13]	
5	3,7	sections 6.1 à 6.9 de [1]	Remise devoir 1
6	Intra		
7	4,7	section 8.1 à 8.9 de [1]	Réception devoir 2-3
8	4	section 8.10 à 8.12 de [1]	
9	Relâche		
10	5,7	sections 9.1 de [1]	
11	5,7	sections 9.2 de [1]	Remise devoir 2-3
12	Final		
13			
14			
15-16			

2.3 Évaluation

Devoirs	30%
Examen périodique	30%
Examen final	40%
Qualité du français	0%

Une feuille de note manuscrite recto-verso est permise aux examens. Les appareils électroniques (baladeur numérique, téléphone cellulaire, calculatrice, portable, etc.) sont interdits pendant les examens.

Conformément au règlement facultaire d'évaluation des apprentissages³, l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper l'enseignant. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres,

3. https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

avec l'article 9.4.1 du Règlement des études⁴ de l'Université de Sherbrooke. L'étudiant ou l'étudiante peut s'exposer à de graves sanctions, dont automatiquement une note de zéro (0) au devoir ou à l'examen en question.

Ceci n'indique pas que vous n'avez pas le droit de coopérer entre deux équipes tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'il considère comme étant plagié. En cas de doute, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

2.4 Échéancier des travaux

Les directives, les dates de remise et les barèmes relatifs aux devoirs seront précisés dans les différents énoncés.

Directives particulières : Les devoirs doivent être fait par équipe de trois personnes. Les devoirs comportent entre autres l'écriture d'analyseurs sémantiques et la modification d'un compilateur. **Aucun devoir ne peut être remis par courrier électronique. Les devoirs non remis reçoivent automatiquement la note zéro.**

La correction des devoirs et des examens est entre autres basée sur le fait que chacune de vos réponses soit :

- claire, c'est-à-dire lisible et compréhensible pour le correcteur ;
- précise, c'est-à-dire exacte ou sans erreur ;
- complète, c'est-à-dire que toutes les étapes de résolution du problème sont présentes ;
- concise, c'est-à-dire que la méthode de résolution est la plus courte possible.

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁵, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisées. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Comme indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁶, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission du professeur.

Note : L'utilisation du courrier électronique est recommandée pour poser vos questions.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

L'étude de cas est décrit dans un rapport technique [2]. Le manuel de Aho et al. est fortement conseillé [1]. Le manuel de Grune [13] est complémentaire. Les manuels techniques [3–12] contiennent une description détaillée de la boîte à outils *cocktail*. Tout le matériel présenté en classe se trouve sur le site web du cours.

4 Références

- [1] A. V. AHO, M. S. LAM, R. SETHI et L. D. ULLMAN : *Compilers : Principles, Techniques, and Tools, second edition*. Addison-Wesley, 2007.
- [2] D. CÔTÉ et R. ST-DENIS : *Compilateur du langage java--*. Rapport technique, Université de Sherbrooke, 2006. Disponible sur le site web du cours.

4. <https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

5. https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Intranet/Informations_academiques/Sciences_Reglement_complementaire_2017-05-09.pdf

6. https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

- [3] J. GROSCH : Specification of a minilax-interpretter. Rapport technique Document No. 22, CoCoLab — Datenverarbeitung, 1997. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [4] J. GROSCH : Preprocessors. Rapport technique Document No. 24, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2000. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [5] J. GROSCH : Rex — A scanner generator. Rapport technique Document No. 5, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2000. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [6] J. GROSCH : Selected examples of scanner specifications. Rapport technique Document No. 7, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2000. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [7] J. GROSCH : Ag — An attribute evaluator generator. Rapport technique Document No. 16, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [8] J. GROSCH : Ast — A generator for abstract syntax trees. Rapport technique Document No. 15, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [9] J. GROSCH : Lark — An lalr(2) parser generator with backtracking. Rapport technique Document No. 32, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [10] J. GROSCH : Toolbox introduction. Rapport technique Document No. 25, CoCoLab - Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [11] J. GROSCH : Puma — A generator for the transformation of attributed trees. Rapport technique Document No. 26, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2004. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [12] J. GROSCH et H. EMMELMANN : A tool box for compiler construction. Rapport technique Document No. 20, CoCoLab — Datenverarbeitung, 1990. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [13] D. GRUNE, H. E. BAL, C. J. H. JACOBS et K. G. LANGENDOEN : *Modern Compiler Design*. Wiley, 2000. Manuel disponible à la bibliothèque.

L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!

Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)

9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui);
 - b) commettre un autoplagiat, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise);
 - c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire;
 - d) fournir ou obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique;
- [...]

Par plagiat, on entend notamment :

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord);
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

Autrement dit : mentionnez vos sources
