

コンピュータ工学系学科のカリキュラム設計と支援技術

島川 学^{1,*} 大隈 千春² 清田 公保³

Curriculum Design of Computer Engineering Department and Assistive Technology

Manabu Shimakawa^{1,*}, Chiharu Okuma², Kimiyasu Kiyota³

Assistive technology utilizing IT can widen the range of support for handicapped people. It is predicted that the needs for assistive technologies will increase in the future. In order to provide assistive devices, it is necessary to train engineers who are familiar with computer programming and also related IT field and can develop them. This paper introduces the curriculum design of computer engineering, especially computer programming, of an IT department in National Institute of Technology (KOSEN), Kumamoto College. The department is named "Department of Human-Oriented Information Systems Engineering", aims to train IT engineers who are familiar with IT fields with having creativity and rich emotion. The computer programming education is in a five-year consistent curriculum and is structured so that students can acquire programming skills from the 1st grade to the 3rd grade and apply them into major subjects in the 4th and 5th grades. Computer programming education is positioned as a fundamental and important part of this curriculum. This paper shows that the curriculum of the department fits to curriculum standard in computer engineering, and introduces such subjects related to computer programming, their relevance to other subjects, and specific examples.

キーワード：カリキュラム設計、コンピュータ工学、支援技術、コンピュータプログラミング、プログラミング教育

Keywords : Curriculum Design, Computer Engineering, Assistive Technology, Computer Programming, Programming Education

1. 序論

障害者や高齢者を支援することは、インクルーシブ社会の実現において大きな公共の問題である。世界保健機構(WHO)のファクトシート⁽¹⁾には、「10億人以上が何らかの障害を持って生活していると推定されています。これは世界人口の約15%に相当し、15歳以上の最大1億9千万人(3.8%)が機能に重大な困難を抱えており、多くの場合医療が必要です。人口の高齢化と慢性的な健康状態の増加もあって、障害を持つ人々の数は増加しています。」と書かれている。

ITを活用した支援技術は、そのような人々への支援の

範囲を広げることができる。たとえば、清田ら⁽²⁾は、視覚障害者が手書きした日本語の文字を認識するメモシステムを開発した。柴里ら⁽³⁾は、特別学校に通う障害のある生徒のために、RFIDを実装した教材として画像マッチングゲームなどを提案している。また、著者ら⁽⁴⁾は、障害物を検出し、視覚障害のあるユーザーに危険な状況を警告するスマートフォンアプリを開発した。

これらの研究と同様に、ITを活用した支援技術が障害者を支援することがさらに期待されている。有用な支援機器を提供するためには、コンピュータプログラミングや関連するIT分野に精通し、それらを開発できるエンジニアを育成する必要がある。

本稿では、熊本高等専門学校の人間情報システム工学科(以下、HI科と略す)のカリキュラム設計、特にプログラミング教育について紹介し、支援技術との関連性について示す。

2. HI科のカリキュラム

2.1 科目分類と単位数

まず、HI科の科目分類について紹介する。図1は、各学年の科目分類とその単位数を示している。リベラルア

¹ 電子情報システム工学系
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
Faculty of Electronics and Information Systems Engineering,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

² 拠点化プロジェクト系(グローバルリーダーシップ育成センター)
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
Faculty of Project Centers (Center for Global Leadership
Development)
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

³ 企画運営部
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
Board of Administrations,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

* Corresponding author:
E-mail address: shimakawa@kumamoto-nct.ac.jp (M. Shimakawa).

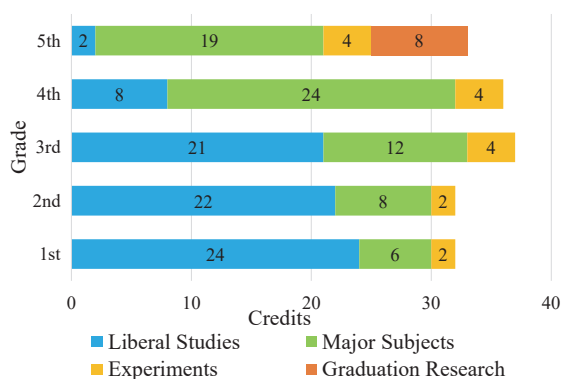


図1 各学年の科目分類と単位数

ーツ系科目の単位数は1年生が最も多く、学年が上がるにつれて減少する。逆に、専門科目の単位数が増加する。学生は卒業するために、少なくとも167単位を取得する必要がある。

2.2 コンピューティングカリキュラム基準

2009年10月、高度化再編によって熊本高等専門学校が誕生し、そのときに学科改組が行われ、熊本キャンパスには3つの学科が設置された。HI科はその一つであり、2010年度から新入生を受け入れている。この時のHI科のカリキュラムは、情報処理学会が策定したコンピューティングカリキュラム基準 J07⁽⁶⁾を参考にして専門科目を選定した。このJ07は、米国の学会ACM/AIS/IEEE-CSが世界標準としてまとめたコンピューティングカリキュラム2005⁽⁶⁾に基づいている。情報処理学会は、日本の情報技術教育の状況に応じてそれらをレビューし、コンピューティングに関する5つの分野

- コンピュータサイエンス (J07-CS)
- 情報システム (J07-IS)
- ソフトウェアエンジニアリング (J07-SE)
- コンピュータ工学 (J07-CE)
- 情報技術 (J07-IT)

を定義し、さらに

- 情報の一般教育 (J07-GE)

を加えた。

その後、コンピューティングカリキュラムはACM/IEEE-CSおよび関係団体によって検討が続けられ、各分野におけるタスクフォースによって改訂された。例えば、コンピュータサイエンス分野はCS2001, CS2008, CS2013と改訂され、コンピュータ工学分野はCE2004⁽⁷⁾, CE2016⁽⁸⁾と改訂された。ACM/IEEE-CSは、最新バージョンとしてコンピューティングカリキュラムCC2020⁽⁹⁾をリリースした。一方、情報処理学会は、コンピューティングカリキュラム標準をJ07からJ17⁽¹⁰⁾に改訂した。

図2は、コンピューティング分野間の共通点と相違点

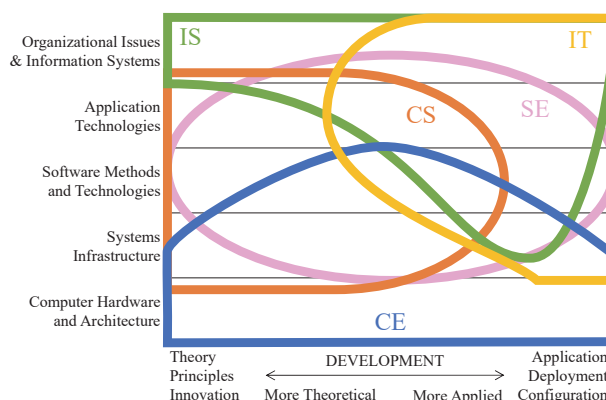


図2 コンピューティング分野のフレームワークと5つの領域 (引用：参考文献(6))

を説明するためのフレームワークを示している。横軸の範囲は、左側の理論、原則、イノベーションから、右側のアプリケーション、展開、構成までであり、縦軸の範囲は、下部のコンピュータハードウェアとアーキテクチャから、上部の組織問題と情報システムまでの分類となっている。このフレームワークの上で、5つのコンピューティング分野それぞれがカバーする領域が示されている。

2.3 HI科カリキュラムとJ17-CE

HI科のカリキュラムは、J07-CE/CE2004のモデルカリキュラムを参照しているため、コンピュータ工学(CE)とよく一致している。このモデルカリキュラムは、コンピュータ工学の知識体系を構成する主要分野を最初に定義するものとして開発された。CE2004⁽⁷⁾では、コンピュータ工学の知識体系が18の領域に分割されていた。

しかし、CE2016⁽⁸⁾では、コンピュータ工学のカリキュラムに必要な全ての領域が含まれるように、次の12の知識領域に再定義された。

- 回路および電子工学 (CAE)
- コンピューティングアルゴリズム (CAL)
- コンピュータアーキテクチャと組織 (CAO)
- デジタルデザイン (DIG)
- 組込みシステム (ESY)
- コンピュータネットワーク (NWK)
- 専門的実践の準備 (PPP)
- 情報セキュリティ (SEC)
- 信号処理 (SGP)
- システムとプロジェクト工学 (SPE)
- システムリソース管理 (SRM)
- ソフトウェア設計 (SWD)

そして、その後J17-CEが

- イノベーションとベンチャー (JIV)

を追加した。

表1 HI科の専門科目とJ17-CE/CE2016の知識領域との比較

学年	専門科目	J17-CE/CE2016											
		CAE: 回路と電子工学	CAL: コンピュータインテグレーション	CAO: コンピュータアーキテクチャと組織	DIG: デジタルデザイン	ESY: 組込みシステム	NWK: コンピュータネットワーク	PPP: 専門的実践の準備	SEC: 情報セキュリティ	SGP: 信号処理	SPE: システムとプロジェクト工学	SRM: システムリソース管理	SWD: ソフトウェアデザイン
1年	基礎電気学 I	●											
	計算機工学 I				●								
	情報リテラシー		●										
	情報工学基礎演習 I	●	●		●								
2年	基礎電気学 II	●											
	計算機工学 II				●								
	プログラミング I		●										
	情報工学基礎演習 II	●	●		●								
3年	電気回路学	●											
	電子回路学	●											
	コンピュータアーキテクチャ			●									
	人間環境工学												
	プログラミング II		●										
	情報工学実験 I	●	●		●							●	
4年	応用数学 I												
	応用物理												
	電気磁気学												
	組込みシステム					●							
	数値計算		●										
	信号処理								●				
	データ構造とアルゴリズム		●									●	
	情報ネットワーク						●						
	オペレーティングシステム										●		
	情報工学実験 II	●	●		●							●	
	福祉工学												
	オブジェクト指向プログラミング											●	
	技術英語 I												
インターンシップ							●					●	
5年	応用数学 II												
	システム工学		●							●			
	情報数学		●										
	情報理論								●				
	情報セキュリティ								●				
	技術者倫理概論							●					
	情報工学実験 III		●		●							●	
	卒業研究	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	データベース											●	
	数理情報工学		●										
	画像・音処理理論								●				
	ヒューマン情報処理												
技術英語 II													

表1は、HI科の専門科目とJ17-CE/CE2016の知識領域との比較を示している。それぞれの専門科目が知識領域と完全に合致していないとしても、コンピュータ工学の知識領域を全体的に網羅していることが分かる。

灰色で色付けされた科目のように、コンピュータ工学の知識領域に直接的には関係しないものもあるが、その中には、このHI部門を特徴付ける

- 人間環境工学 (3年生)
- 福祉工学 (4年生)
- ヒューマン情報処理 (5年生)

が含まれている。

このような専門科目で構成されるHI科のカリキュラムは、学生が卒業時までには達成すべき専門分野の最低基準として国立高専機構が策定したモデルコアカリキュラム(MCC)⁽¹⁾も同時に満たしている。MCCは、ITエンジニアの専門能力として表2に示す学習項目を提示している。

3. 支援技術との関連性

3.1 プログラミング教育と人間情報学

図3は、プログラミングとコンピュータ工学に関連するHI科の専門科目の系譜を示している。この学科の学生

は、1年生の情報リテラシーの授業でProcessing言語を用いてプログラミング学習を始める。その後、プログラミングIとIIの授業で2年間C言語を学び、基礎スキルをしっかりと身につける。さらに、3年生の後半以降、PythonやJavaなど、他のプログラミング言語を学び、他の分野に応用する。

学生はプログラミングについて学びながら、人間情報学に関連する知識も習得する。例えば、3年生のプログラミングIIの授業でファイル入出力とグラフ表示について学習するとき、学生は脳波データ(EEG)を取り扱い、Pythonプログラミングを行う。5年生の実験で脳波測定テーマがあり、図4(a)に示す脳波計を用いて脳活動の変化を観察する。学生はEEGのデータファイルを読み取り、移動平均のグラフを表示するプログラムを作成する(図4(b))。このように、プログラミングスキルを学ぶだけでなく、人間情報学にも興味を持たせている。

4年生の組込みシステムの授業で、学生はマイクロコントローラーArduinoを使用して、人が関連するインタラクションの基礎を学ぶ。図5は、PIR(Passive Infrared Ray)センサを使用してモーションセンサーライトの動作を確認するための回路を示している。これは非常に単純な例ではあるが、支援技術にとって人の特性を理解することは重要である。

表2 モデルコアカリキュラムにおける情報系分野の学習項目

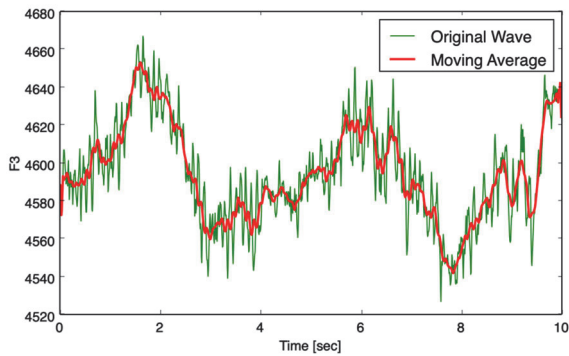
V-D-1. プログラミング - プログラミングの要素 - プログラムの作成 - 言語処理系 - 計算モデル - 実践的プログラミング	V-D-2. ソフトウェア - アルゴリズム - データ構造 - ソフトウェア工学 - プログラム解析
V-D-3. 計算機工学 - 数の体系 - 論理関数 - 組み合わせ論理回路 - 順序回路 - コンピュータのハードウェア - ハードウェア設計	V-D-4. コンピュータシステム - コンピュータシステム - システム設計
V-D-5. システムプログラム - オペレーティングシステム - コンパイラ	V-D-6. 情報通信ネットワーク - 階層化プロトコル - ローカルエリアネットワークとインターネット - ネットワーク応用
V-D-7. 情報数学・情報理論 - 離散数学 - 離散数学応用 - 数値処理と誤差 - 数値計算 - 情報理論	V-D-8. その他の学習内容 - 電気電子基礎 - リテラシー - セキュリティ - データベース - メディア情報処理
VI-D. 実験・実習能力 - プログラミング基礎実習 - 論理回路設計実習 - 開発環境構築実習 - アプリケーションの設計と製作	

1年	2年	3年	4年	5年
			オブジェクト指向プログラミング (Java)	データベース (JavaScript) (HTML5)(jQuery) (PHP)(SQL)
情報リテラシー (Processing)	プログラミングI (C)	プログラミングII (C)(Python)	データ構造とアルゴリズム (Python)	画像・音処理論
			信号処理	情報理論
			数値計算	
			オペレーティングシステム	
計算機工学I	計算機工学II	コンピュータアーキテクチャ	組込みシステム	システム工学
			情報ネットワーク	情報セキュリティ

図3 プログラミングとコンピュータ工学に関連する HI 科の専門科目系譜



(a) 脳波計測装置 EMOTIV® EPOC+



(b) 脳波データの移動平均

図4 脳波データ計測と移動平均

3.2 支援技術に関連する卒業研究

ここでは、学生が行った支援技術に関する 2 つの卒業研究の事例を紹介する。

1 つ目は視覚障害者向けのスマートフォンアプリ⁽⁴⁾である。このアプリは、深層学習の一つである畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を使用して、歩行を妨げる障害物を検出し、危険な状況を利用者に警告する。図6に示す実験結果では、歩道や自転車を検出している。

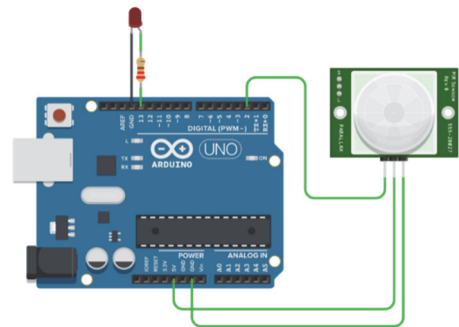


図5 モーションセンサーライトの動作確認をする Arduino マイコン回路

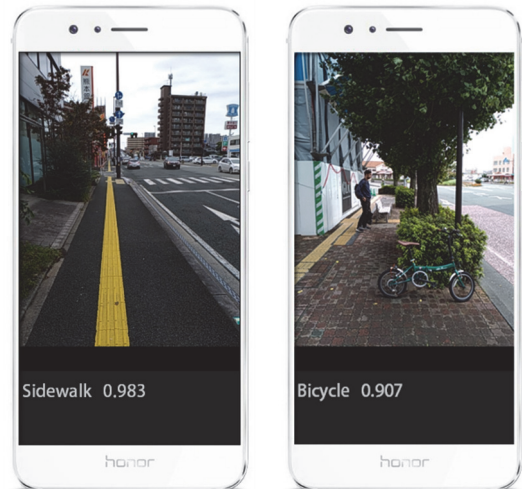


図6 視覚障害者向けの障害物検出スマホアプリ

2つ目の例は、目の不自由なユーザー向けの「ペントーカー」というペンベースのメモシステム⁽²⁾である。後天性視覚障害者は文字を書くことができるが、図 7(a)に示すように字画が崩れやすいため、認識するのが困難であった。このシステムでは、このような手書き文字を直接入力することができる (図 7(b))。

4. 結論

本論文では、HI 科のカリキュラムを紹介し、ACM / IEEE が策定したコンピュータ工学カリキュラム CE2016 および情報処理学会が策定したコンピュータ工学のカリキュラムモデル J17-CE に準拠していることを示した。また、カリキュラムがモデルコアカリキュラムにも適合していることも示した。これらのことから、HI 科のカリキュラムは、完全ではないにしても、コンピュータ工学の分野に適合していることが分かる。

学生が行った支援技術に関連する卒業研究の2つの例のように、IT を活用した支援技術は障害者支援の範囲を広げることができる。HI 科のカリキュラムは、支援技術の教育に特化しているものではない。しかし、人間情報学に関連するいくつかの専門科目があり、プログラミン

グスキルを学びながら生体情報を扱うプログラミングの授業科目がある。そのような取り組みが、支援技術への学生の興味を動機付けたと考えられる。

支援技術を障害者支援に適用する際に最も重要なことは、障害者が何を求めているのかを明確にすることである。ユーザーの要求が何であるかを分析し、正しく定義する能力が必要である。ソフトウェアやコンピュータシステムの開発の場合も同様で、関連性が高い。

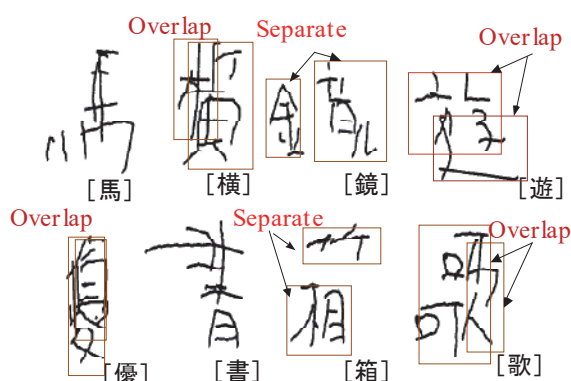
今後は、カリキュラムの妥当性をより深く吟味し、支援技術に関連するコンピュータ工学の分野におけるカリキュラム基準を検討する。

(令和3年10月11日受付)

(令和3年12月24日受理)

参考文献

- (1) World Health Organization : “Disability and health”, Fact sheet, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health/>, (2021.11.18 閲覧)
- (2) Kiyota, K., et al.: “Practical Application of a Pen-based Notepad System for the Visually Disabled”. Proc. of the 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017 (ICISIP2017), pp.496-499 (2017).
- (3) Shibasato, K., et al.: “Development of Picture Matching Material using RFID for Challenged People”. Proc. of the 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017 (ICISIP2017), pp.479-485 (2017).
- (4) Shimakawa, M., et al.: “Smartphone Application Program of Obstacle Detection for Visually Impaired People”. ICIC Express, Part B: Applications, Vol.10, No.3, pp.219-226 (2019).
- (5) 寛捷彦, : 「情報専門学科カリキュラム標準 J07 について」, 情報処理, Vol.49, No.7, pp.721-727 (2008).
- (6) ACM/AIS/IEEE-CS: “Computing Curricula CC2005 -- The Overview Report”, <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2005-march06final.pdf>, (2021.11.18 閲覧)
- (7) IEEE-CS/ACM, “Computer Engineering 2004 CE2004”, <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/ce-final-report.pdf>, (2021.11.18 閲覧)
- (8) ACM/IEEE-CS, “Computer Engineering Curricula CE2016”, <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/ce2016-final-report.pdf>, (2021.11.18 閲覧)
- (9) ACM/IEEE-CS, “Computing Curricula CC2020”, <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>, (2021.11.18 閲覧)
- (10) 情報処理学会 : 「カリキュラム標準 J17」, https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/curriculum_j17.html, (2021.11.18 閲覧)
- (11) 国立高等専門学校機構 : 「技術者が備えるべき分野別の専門能力における到達目標 -- 情報系分野」, モデルコアカリキュラム ーガイドラインー (経済・ビジネス系を除く) , pp.69-72 (2017)



(a) 後天性視覚障害者の手書き文字の例



(b) 手書き文字認識

図 7 目の不自由なユーザー向け手書き文字認識メモシステム "Pen-Talker"