

第 7 回特別講義 レポート

日時	2017 年 12 月 15 日 (金) 10:00 ~ 12:00
会場	(一財)日本科学技術連盟・東高円寺ビル 2 階講堂
テーマ	人工知能とソフトウェア工学・品質管理
講師名・所属	内平 直志 氏 (国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系 知識マネジメント領域 教授)
司会	山田 淳 氏 (東芝ソフトウェア・コンサルティング株式会社)
アジェンダ	1.人工知能とソフトウェア工学の歴史 2.論理に基づくソフトウェアの設計・検証 3.ソフトウェア工学・品質管理における機械学習の活用 4.サイバー・フィジカルシステムのためのソフトウェア工学・品質管理
アブストラクト	<p>第 3 次人工知能ブームと言われているが、IoT/クラウド化の進展と人工知能技術の進化により、様々な分野で大きなイノベーションが起きる可能性が出てきている。ソフトウェア工学・品質管理においても、人工知能との関係・影響を体系的に把握しておくことが必要である。</p> <p>本講義では、まず人工知能とソフトウェア工学の長い歴史を概観し、3つの観点で人工知能とソフトウェア工学・品質管理の関係を論じる。まずは、論理に基づくソフトウェアの設計・検証を紹介する。このアプローチは、第 2 次人工知能ブームの時代から研究・開発が進められてきたが、近年の計算機能力の向上により、実用化が進んでいる。次に、第 3 次人工知能ブームのキーである機械学習を活用したソフトウェア工学・品質管理の新しい展開を紹介する。最後に、IoT/クラウド時代のサイバー・フィジカルシステムのためのソフトウェア工学・品質管理について論じる。</p> <p>サイバー・フィジカルシステムでは、IoT で集まった膨大なデータをクラウド側で人工知能を活用し処理する。このようなダイナミックに変化する環境の中で、自ら学習し進化するオープンなシステムの品質管理はどのように行うべきであろうか。さらに、ビジネスと情報システムの一体化も進む。ここでは、ビジネス/ソフトウェアのコデザイン、すなわち「イノベーションデザイン」という考え方が必要になってくる。本講義では、「イノベーションデザイン」の品質管理についても展望したい。</p>
講義の要約	
<p>第 7 回の特別講義では、『人工知能とソフトウェア工学・品質管理』と題して、内平先生よりご講義をいただきました。</p> <p>内平先生は、現在は、北陸先端科学技術大学院大学の教授を務められ、ソフトウェア工学、人工知能、リスク工学、サービス科学、イノベーションデザインの研究に従事されています。</p> <p>また、日本 MOT 学会 理事、IEEE Technology Engineering and Management Society Japan Chapter Chair、(独) 情報処理推進機構 製品・制御システム高信頼化部会 主査も務められています。</p>	

今回の講義では、人工知能とソフトウェア工学の歴史、ソフトウェア開発や品質管理における人工知能活用の可能性と課題について体系的に分かりやすくご説明いただきました。また、サイバー・フィジカルシステムやオープンシステムの品質管理について非常に興味深いご提言をいただきました。ありがとうございました。

本題に入る前に、内平先生より、自己紹介がありました。

- 本講義の司会者の山田氏とは東芝の研究開発センターで一緒だった。
- 1984年頃に行った人工知能によるソフトウェア設計支援ツールの研究から人工知能に関わりを持った。
- 人工知能に関わる前は、ソフトウェアメトリクスの研究を行っていた。
その後、金融工学のデータマイニング、IoT、医療介護サービスにおける情報システム、製造業のサービス設計手法などの研究開発を行ってきた。
- 2013年から、北陸先端科学技術大学院大学に移った。
- 自分の研究室に所属している社会人の学生達は、大きく分けて、IoT時代のイノベーションマネジメントの研究を行っている学生達とプロジェクトマネジメント関連の研究を行っている学生達がいる。

1. 人工知能とソフトウェア工学の歴史

- 「ソフトウェア工学」という言葉が初めて出てきたのは、1968年のNATO会議。
- 当時、「地球に住む人類全員がプログラマーになっても足りないのではないか」という「ソフトウェア危機」が叫ばれていた。
- 1970年代は、構造化プログラミング、構造化設計、構造化分析などが行われていた。
- 1980年代に入ると、プログラミングからソフトウェア開発・品質管理へという輪が広がっていった。また、日本では、ソフトウェアをシステムティックに作りましようという「ソフトウェア工場」という考え方が広まっていった。
- 1990年代に入ると、オブジェクト指向、CMM、PMBOKが出てきた。
- 2000年代に入ると、アジャイル開発、ソフトウェア分析・検証技術の実用化が行われていった。
- 2010年代に入ると、IoTでつながる世界のソフトウェア工学が発展してきた。また、クラウドネイティブやDevOpsという考え方が広まってきた。
- ソフトウェア工学の発展によって、生産性に対するソフトウェア危機は解消したが、ディペンダビリティ(信頼性)が大きな課題として残っている。
- ビジネスがあってサービスがあってソフトウェアがあるため、ビジネスデザインが重要となってきた。
- 「人工知能」と一口に言っても、人間の推論や意思決定過程を真似る「狭義の人工知能」と通常の計算処理を用いて人間が考えて行った結果と同じ結果を生成する「広義の人工知能」がある。例えば、計算機での人間の作業の自動化は、「人工知能」とは言い難いように思うが、この定義に当てはめれば「(広義の)人工知能」であるとも言える。
- 「人工知能」は、1956年のダートマス会議で初めて提唱された。
- 1960年代に、第1次人工知能ブームが起きた。
- 1970年代に、「エキスパートシステム」(専門家の思考や判断を計算機上でシミュレートするシステム)が開発された。
- 最初の頃に出てきたエキスパートシステムは、医者が行う診断を代わりに行ってくれるシステムだった。
- 1980年代に、第2次人工知能ブームが起きた。

- 1990年代に、データマイニングの技術が発展したり、掃除機の「ルンバ」のような自律ロボットの初期型が登場したりするようになってきた。
- 2000年代に、ビッグデータの活用や深層学習(ディープラーニング)の提案が行われた。
- 2010年代に、第3次人工知能ブームが起きた。
- 深層学習が実用化され、今では音声認識や画像認識、AlphaGo、IBMワトソンなど実用例が多数存在する。
- 最近では、人工知能ツールがオープンソース化されている。
- 「人工知能」には、人間の脳の機能全体をシミュレートするような「汎用人工知能」と特定の領域で知的な処理を行う「特化型人工知能」があるが、本講義では後者を対象とする。

2. 論理に基づくソフトウェアの設計・検証

- 「ソフトウェア工学」という言葉が初めて出てきたのは、1968年のNATO会議。
- 当時、「地球に住む人類全員がプログラマーになっても足りないのではないか」という「ソフトウェア危機」が叫ばれていた。
- 1970年代は、構造化プログラミング、構造化設計、構造化分析などが行われていた。
- 1980年代に入ると、プログラミングからソフトウェア開発・品質管理へという輪が広がっていった。
- また、日本では、ソフトウェアをシステムティックに作りましょうという「ソフトウェア工場」という考え方が広まっていった。
- 1990年代に入ると、オブジェクト指向、CMM、PMBOKが出てきた。
- 2000年代に入ると、アジャイル開発、ソフトウェア分析・検証技術の実用化が行われていった。
- 2010年代に入ると、IoTでつながる世界のソフトウェア工学が発展してきた。また、クラウドネイティブやDevOpsという考え方が広まってきた。
- ソフトウェア工学の発展によって、生産性に対するソフトウェア危機は解消したが、ディペンダビリティ(信頼性)が大きな課題として残っている。
- ビジネスがあってサービスがあってソフトウェアがあるため、ビジネスデザインが重要となってきた。
- 「人工知能」と一口に言っても、人間の推論や意思決定過程を真似る「狭義の人工知能」と通常の計算処理を用いて人間が考えて行った結果と同じ結果を生成する「広義の人工知能」がある。例えば、計算機での人間の作業の自動化は、「人工知能」とは言い難いように思うが、この定義に当てはめれば「(広義の)人工知能」であるとも言える。
- 「人工知能」は、1956年のダートマス会議で初めて提唱された。
- 1960年代に、第1次人工知能ブームが起きた。
- 1970年代に、「エキスパートシステム」(専門家の思考や判断を計算機上でシミュレートするシステム)が開発された。
- 最初の頃に出てきたエキスパートシステムは、医者が行う診断を代わりに行ってくれるシステムだった。
- 1980年代に、第2次人工知能ブームが起きた。
- 1990年代に、データマイニングの技術が発展したり、掃除機の「ルンバ」のような自律ロボットの初期型が登場したりするようになってきた。
- 2000年代に、ビッグデータの活用や深層学習(ディープラーニング)の提案が行われた。
- 2010年代に、第3次人工知能ブームが起きた。
- 深層学習が実用化され、今では音声認識や画像認識、AlphaGo、IBMワトソンなど実用例が多数存在する。
- 最近では、人工知能ツールがオープンソース化されている。

- 「人工知能」には、人間の脳の機能全体をシミュレートするような「汎用人工知能」と特定の領域で知的な処理を行う「特化型人工知能」があるが、本講義では後者を対象とする。

3. ソフトウェア工学・品質管理における機械学習の活用

- 実証的ソフトウェア工学(Empirical Software Engineering)とは、ソフトウェア開発に関するデータを収集し、その定量的/定性的分析に基づき、ソフトウェアの品質や生産性の改善を行う工学である。
- 見積りを人工知能や協調フィルタリング法で行おうという研究も行われている。
- 研究室の学生の研究で、品質ドキュメントの記述レベルと障害率の関係を調べたところ、きっちりと障害管理票を起票して運用しているプロジェクトほど、障害率が低くなるのが分かった。障害管理票の中身は調査せず、形式が正しいかだけを調査しただけであるにもかかわらず、このような結果が出たことは興味深い。人工知能で障害管理票を集めて形式を認識することだけでも品質を予想できる可能性がある。
- 研究室の別の学生の研究で、要件や仕様の変化によるプロジェクトの工数等への影響を調べ、要件や仕様の変化による変動の可視化を試みた。この研究では人工知能は利用していないが、人工知能が利用できれば大量のデータを処理することが可能となり、精度を高くできるのではないかと思われる。
- ソフトウェア工学への機械学習の適用例として、予測と推定、ソフトウェアの特徴の抽出、ソフトウェアの変更、テストケース作成、再利用ライブラリの活用、要求獲得、ソフトウェア開発知識の獲得が挙げられる。
- 機械学習による予測と推定の例として、バグの多いモジュールの推定、ソフトウェアの規模の予測、開発コスト/工数の予測、メンテナンスの工数の予測、ソフトウェアの信頼性の予測、再利用性の推定等が挙げられる。
- 2018年発表予定の論文で、ソフトウェアの欠陥の予測に深層学習(ディープラーニング)を使うと精度が上がったという報告があった。
- 従来型のモデルはモデルの説明が可能である場合が多い。解釈可能性があるということが重要。
- ニューラルネットや深層学習で出てきた結果に対しては解釈可能性が低い。
- 機械学習(予測・推定)の結果を利用する場合、機械的に利用するだけでなく、人間が解釈して利用したり、気づきの支援として利用したりすることが重要。
- 論理アプローチ、機械学習(データアプローチ)、経験アプローチの3つのアプローチに対して役割分担を明確にして、仕組みとして作り上げていくことが今後のプロジェクトマネジメントでは重要となってくる。
- 2017年3月のプロジェクトマネジメント学会でも、人工知能を活用したプロジェクトマネジメント支援についての発表があった。
- IBM Watsonは、自然言語をうまく使えるメカニズムがあるところが従来の機械学習と大きく異なる。
- 富士通では、「KIWare」というSEが持つ知見を体系化した業務支援ツールを開発したことを公表している。
- 機械学習による定量的管理にはまだ困難や課題が多い。例えば、人間の経験など計測が難しい要因があることや過去のデータを扱っているため、想定外の事象には対応が難しいということ等が挙げられる。

4. サイバー・フィジカルシステムのためのソフトウェア工学・品質管理

- サイバー・フィジカルシステム(CPS: Cyber Physical System)では、データがクラウド側に行って処理されるということが重要。
- クラウド側で行う知識処理は、情報収集(データ→情報)、情報分析(情報→知識)、情報活用(知識→価値)の3種類が存在する。
- つながる世界となってくると、色々なシステムと連携して動くことになる。また、こちらからは制御できなかつたり、動的にシステムが変化したりする。このような中で品質保証をどのように行っていくのかということが課題として大きくなってきている。そこでは「オープンシステム・ディペンダビリティ」の概念が重要になる。
- 「オープンシステム・ディペンダビリティ」とは、実環境の中で長期的に運用されるシステムが、その目的や環境の変化に常に対応し続け、システムに関する説明責任遂行を継続的に支援しつつ、利用者が期待するサービスを継続的に提供し続ける能力のことである。
- DEOS(Dependability Engineering for Open Systems)プロセスは、予めゴールを設定しておけば、想定外の状況が発生した場合でも問題をシステムティックに判定することができ、時間をかけることなく対応することができるだろうというコンセプトで開発された。
- 運用時のモニタリングは機械学習の得意とする分野。
つながる世界の品質保証については、ぜひ日科技連でも検討してみると良いのではないかな。
- ミッションクリティカルシステムで機械学習を利用する場合、品質をどのように担保するのかということが大きな課題となる。
- 機械学習を行う人工知能の品質管理を考える場合、学習・テストデータの品質、機械学習アルゴリズムの品質、アルゴリズム・モデル実装時の品質、人間系を含むシステムとしての品質を考える必要がある。
- 学習・テストデータの偏りの例として、自動運転のアルゴリズムに対する学習データとして日本の交通事情を使用した場合、このアルゴリズムをインドで利用しようとする、交通事情が異なるため使えないということが挙げられる。
- 表計算ソフトの操作ミス等でインプットするデータに加工ミスがあっても、統計的に有意であれば、ミスであることに気付けないといった問題がある
- 機械学習にはオーバーフィッティング問題が存在する。つまり、与えた学習・テストデータに対しては非常に良い結果が得られるが、入れなかったデータに対しては極端な結果を返す場合がある。
- アルゴリズムの妥当性を何らかの方法で可視化して確認する必要がある。
想定外の状況が発生した場合のフェールセーフの仕組みを考えていかなければならない。
- これからは、ビジネスモデルの品質保証が大事になってくると思われる。お客様にとって魅力的であることや、ビジネスをするお客様が儲かる仕組みになっているかというところまで確認する必要性が増す。
- 我々は、アイデアを生んで、それをシステムに落とし込んで、ビジネスモデルを作るというプロセスを同時並行的に行うという「イノベーションデザイン」を提案している。
- イノベーションデザインとその検証には、ウォーターフォール開発に基づくVモデルは適さない。ビジネスのゴール(仕様)とシステムと外部環境という三つの要素間に生じるギャップを監視しながらギャップを検出・分析して埋めていくことで開発するべきであると考え。この開発モデルを我々は「ダイナミックYモデル」と名付けて提案している。
- DevOpsの時代になってくると、極端な話では、朝思いついたアイデアが昼に実装され、夜になったらリリースされるという状況になり得る。このような場合に、どのように品質保証を行うのかということが課題となってくるので「ダイナミックYモデル」の適用が必要となってくる。
- まとめとして、ソフトウェア工学への人工知能の適用は実は昔から行われてきており、今はその延長線上である。

- 従来型の人工知能と人間の気づき(を支援するシステム)とをシステムティックに組み合わせ、人工知能をもったシステムを品質保証して利用できる仕組みを考えていくことが今後重要性を増す。
- 第2次人工知能ブームの時にできたユーザーインターフェースが当たり前になっているように、今後出てくる技術が、10年、20年後の品質管理の当たり前になっていると思う。

質疑応答

- 遺伝的プログラミングとは何か？
 - 遺伝のメカニズムを利用した最適化手法。ある問題があった場合に、プログラムを遺伝子のように見なして、かけ合わせることにより、最適な解を見つけ出す手法。山登り法という手法があるが、最適解ではなく、局所解に行ってしまう場合もあるという問題があるので、このような最適化手法が提案された。
- 第3次人工知能ブームでは、サイバー・フィジカルシステムやオープンシステムの品質保証が課題という話があったが、第2次人工知能ブームの時に、このことが想定されていたか？
 - 第2次人工知能ブームの時から、世の中の知識をコンピューター上に落とそうという議論はあった。
 - 現在の人工知能ブームで言われていることはある程度は想定内であった。
 - ただし、オープンシステム・ディペンダビリティという考え方は無かったと思われる。
 - 自分達もWebが使われ始めた頃は、ここまでつながる世界が拡がるとは考えていなかった。
- 内平先生の研究室に来ている社会人学生の年代や勤務先での所属部署は？
 - 東京で開催している社会人コースでは、情報メインのところとマネジメントメインのところがある。
 - 情報の方は若い方が比較的多いが、マネジメントの方は平均年齢が42歳となっている。
 - マネジメントの方にはリタイア間際の方も在籍しており、企業の中で長年培ってきた知識を体系的に整理して論文として残し、後輩に伝えていきたいという想いの方もいる。
 - 役職としては、係長・課長・部長の方が多い。
 - 業種としては、IT系が半分だが、ホテルや建設会社などに勤めている方々もいる。

以上