

（１）平成３０年度新規特別研究課題 事前評価

AIを活用した地物自動抽出に関する研究

○委員長

本日は新規の特別研究課題１課題の事前評価ですが、後に御紹介しますタイトルにありますように、最近の話題となっているキーワード、AI、IoT、ビッグデータ、これは今どこへ行っても出てきているキーワードだと思います。そういう意味では、今回の「AIを活用した地物自動抽出に関する研究」も、そういう時代の流れに沿った非常に重要なテーマになってくるのではないかと思いますので、まずは国土地理院からこのテーマについての提案理由とでもいいでしょうか、内容について御説明をお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

○発表者

資料１－３を御覧いただけますでしょうか。まず、本研究の背景から御説明いたします。Slide 2 を御覧下さい。一般的に測量成果としての地図というのは、Slide 2 に示したように、計画、観測、標定、判読・図化などの工程を経てでき上がります。このうちの観測や標定（位置合わせ）の工程は、高精度な位置姿勢センサなどが登場しておりますので、既に高精度化、高効率化がかなり進んできているところですが、判読・図化以降の工程は余り自動化されていないというのが現状であります。つまり、地図作成では未だに労働集約型の工程が中心となっているということで、この部分がコスト低減や迅速性・生産性向上のボトルネックとなっているという状況にあります。これを打開するためには、一般的な地図作成における技術的なブレークスルーを生み出すことが必要ではないかと考えます。

一方で、近年、カメラやレーザーセンサを用いた画像判別技術、空間認識技術が目覚ましく進歩してきています。Slide 3 は自動運転分野の事例ですけれども、センサが捉えた周辺の車などがリアルタイムに物体として認識され、白線の位置もきちんと認識されるようになっております。これらの技術開発にはAIが活用されています。それだけでなく、この分野では高精度な地図も必要とされるわけですが、従来の方法で地図をつくると膨大なコストになってしまうため、これらの物体認識技術を用いて自動運転用の地図もつくれないだろうかというアイデアが出現し始めています。

例えば、2015年にトヨタ自動車がCOSMICという地図自動作成技術を開発していることを

明らかにしています。このアイデアを自動運転用の地図で使われるダイナミックマップというものに置きかえてみますと、従来の手法で作成される地図は、一番下にあります静的情報のレイヤーに位置づけられるものにすぎないのですが、リアルタイムな物体認識をする技術、すなわち動的情報に相当するレイヤーの技術を地図作成に生かそうというアイデアだと見ることもできます。このスライドで紹介したものは自動運転の分野での話ではありますが、このようなアイデアや技術は一般的な地図づくりにも適用できるのではないだろうかというのが本研究の着眼点であります。

Slide 4は、地図作成とAIを取り巻く環境の変化を示しています。先ほどリアルタイムな物体認識技術にはAIが用いられているということを紹介しましたが、AIという言葉は本当によく聞かれるようになっていきます。その背景にはディープラーニング、深層学習とも言われますが、これの登場があると言われています。ディープラーニングの明確な定義はないようですが、ざっくり言いますと、AIの学習方法の1つであります。コンピュータが分類に適した着眼点を自動的に見つけ出して学習することができるようになったというものであります。特に画像認識の分野では、2012年以降、大幅に誤認識率を低下させてきています。

ただし、ディープラーニングを実施するには学習のための大量の教師データが必要になります。そのような中にありまして、国土地理院は、過去を含めた大量の空中写真と各種の地図情報をセットで保有しています。昨年度までに過去の空中写真を効率的に高精度なオルソ画像にして地図と重ね合わせられるようになったということがありまして、過去のものも含めた大量の教師データの整備が可能になりました。すなわち、地理的画像がビッグデータとして扱えるようになり、地図作成にもAIを導入する環境が整ったと言えるわけです。そこで、地図作成におけるボトルネックとなっております判読・図化以降の工程にAIの技術を導入すれば、かなり自動化、効率化が図られるのではないかとというのがこの研究のもう1つの着眼点です。

ここまで背景の説明が長くなってしまいましたけれども、Slide 5で本研究のストーリーを整理しております。本研究が課題として捉えておりますのは、測量成果としての地図作成・更新の迅速化、効率化が必要という点であります。これに対して、本研究は、まず判読・図化の工程をターゲットとしまして、カメラやレーザーセンサの観測情報から自動的に地物の位置や種類を抽出するAIを開発し、その学習結果、それをいわゆる人工知能と言うかどうかはともかくといたしまして、測量に適用可能な形として構築することを目指し

ます。

測量では精度管理というものが重要になります。これは抽出されたものがどれくらいの正確さで取得されているかをきちんと把握できるようにするということであります。単に抽出の成功率を求めるということではなく、測量に使えるものにする、これが本研究の特徴であり、国土地理院の研究として実施する理由でもあります。これに成功いたしますと、新たな観測データから効率的にいろいろな地物や、もしかしたら災害のような現象も抽出できるようになることが見込まれます。これによりまして地図作成・更新コストの大幅な削減と、最終的には地図作成・更新の自動化につなげることを目指したいと思います。

Slide 6 で研究の流れと研究項目を示しております。本研究は研究期間を5年としておりますけれども、その主な理由は、学習用のデータ検討とディープラーニングによる学習の反復には多くの時間が必要と見込んでいるためです。また、期間を5年間とすることで、平成32年度に打ち上げが予定されておりますJAXAの80cm級の先進光学衛星の画像も利用できる可能性が生じます。この衛星の画像は、20cm程度で撮影される空中写真と比べると粗い画像にはなるのですが、都市部以外の地図作成・更新にとっては重要な鍵となり得ることから、この衛星の画像も使えるようにしたいと考えております。

本研究の研究項目は3項目で構成されますけれども、主な研究項目は、Slide 6 の①と②の部分であります。①は学習に用いる教師データをどのように作成するかというものであります。AIに間違った情報で学習させてしまうと、結果がどうなるかというのは明らかです。画像や3次元点群と、その中に含まれる正解値であります地物の情報をどのような形で与えればよいか、それからどうやるとその教師データを効率的に作成できるかということを検討いたします。

②は、どのようにAIを構成したらよいかということ、学習を繰り返しながら検討していきます。ここでは、既にさまざまな構成のAIが発表されておりますので、最初はそれらを使用して、どのような構成が抽出結果にどのような影響を及ぼすのかということ、分析するところから着手することになります。この2つが研究の主要部分となります。

③は、これらにより抽出されたデータを既存の測量成果のデータベースに反映させるための必要性から検討を行うものです。研究項目としては以上の3項目となります。

Slide 7 ですが、こちらに少し詳しくAIでの地物抽出の流れを示しております。本研究では2つのAIを組み合わせることを考えています。1つは、画像に大ざっぱに何が写っているかということ、を推定する画像分類のためのAI。これは教師データを工夫することで、か

なり高い正確度で分類可能であるということが既にわかっております。

2番目のAIが、ここは精度管理とも密接に関係するものですが、地物の位置と形状を特定するためのAIです。ただ、既に発表されている幾つかのAIで試してみたところでは、実用的に使える97%くらいの正確度に達するのは、AIだけでは困難ではないかと思われました。そこで、1番目の画像分類のAIでざっくりと分類された画像に対して、既存の画像処理技術や過去のデータを参照してみても変化していないと思われる、あるいは変化していると思われるのか、それから変化した内容が過去と照らし合わせて妥当な変化かといった時系列的な分析結果と、2番目のAIの抽出結果を照合させながら、画素1ピクセル単位で地物を抽出していくという流れを考えておりまして、これ全体で地物抽出用のAIとすることを考えています。

次に、本研究の目標設定に移ります。Slide 8を御覧下さい。過去の特別研究の1つでは、高めの数値目標を設定したことによって到達点が明確になり、良好な研究成果を生み出すことにつながりました。このことから、本研究でも、現時点では達成は困難と思われるレベルの数値目標を掲げたいと思います。数値目標は、①の抽出成功率の達成度と、②の実用的なレベルへの到達度の2つを設定したいと思います。

①につきましては、公共測量における地図情報レベル2500の地図に記載すべき地物が159項目ありますけれども、この中の行政界や建物記号といった本質的にセンサ類では取得できないような地物と、既にレーザーセンサのデータから作成可能となっております等高線を除いた地物は全部で93項目あります。このうちの40項目以上について、基盤地図情報の精度、これは都市部では水平方向で2.5m、それ以外では25mという精度ですが、この範囲内で人が判読した場合に匹敵する抽出成功率の達成を目指したいと思います。

②の目標としましては、抽出すべき地物数全体の80%程度の抽出ができることといたします。これは、例えば山間部の森に隠れた歩道ですとか、街路樹の下に隠れている歩道といったような写真などには写っていないものや、ごく数が少ない地物を除いて、主要な地物はほぼ抽出できていなければならないということを意味する数字です。これは現時点では達成は非常に困難と思われる目標ではありますが、技術的なブレークスルーを生み出すことを標榜いたします本研究としましては、チャレンジングな目標設定として掲げたいと思います。

Slide 9に本研究の実施体制を示しております。本研究は、将来の地図作成の流れを左右し得る重要な研究と考えておりまして、研究官2名体制で実施をする予定です。必要に応

じて、学習用の教師データ作成の一部と、地物抽出を行うシステムの実装の一部は外注することで、効率的に研究を進めたいと考えています。AIの学習には非常に多くのコンピュータ資源を用いますけれども、コンピュータ資源が不足する場合には、外部のコンピュータ資源を一時的にレンタルするということも検討したいと思います。

Slide10は想定される本研究の成果ですけれども、これは、空中写真やさまざまなセンサのデータから自動的に地物を抽出する学習済みのAIモデルが本研究の成果になります。これを新たに観測された画像やセンサ情報に適用することで、土地利用を自動的に判別し、人工構造物や災害の現象などを自動的に抽出することが可能になることが見込まれます。それによる効果を定量的に計算してみますと、例えば、電子国土基本図のデータ取得という作業があるのですが、これに適用した場合、数値目標どおりに仮に達成できたとすれば、判読・図化の部分が大きく効率化できますので、最大約20%の人日数削減が可能となります。また、この研究は、大きな目で見ますと、地図作成の自動化ということをテーマにしたものの入り口部分に当たるものでありまして、後続の研究も含めて、さらに地図編集のところまで不要となるレベルまで達成できれば、削減効果は最大72%にまで高まります。

事前評価として準備しておりますSlide11から14の内容につきましては、これまでの説明のところで触れておりますので、再度の御説明はいたしません。

本研究の提案内容の説明は以上であります。

○委員長 どうもありがとうございました。

それでは、分科会でこの提案に関して御議論いただいておりますので、御報告をお願いいたします。

○委員 それでは、地理分科会の審議結果を報告いたします。研究開発の必要性に対する地理分科会としての総評と、幾つかの意見が出ましたので、それをまとめて報告させていただきます。

地理分科会は6月15日の午後0時30分から1時30分まで行いました。結論から申し上げますと、本研究は大変興味深く、タイムリーな研究として重要であり、ぜひ進めていただきたいという意見でございます。

内容については御説明がありましたけれども、地理分科会で次のような意見が出されたので、御報告いたします。

まず、学習済みのAIを活用した地物の自動抽出に関して、画像データ等を入力して処理

が完了するまでにどのくらいの処理時間を想定しているかという御意見がありました。これは、リアルタイムの処理を想定しており、試しに写真から土地利用を分類してみたところ、学習には1000枚に1日くらい時間がかかるが、実際にそれを適用した処理は256×256タイル1枚当たり1秒もかからず、分類結果も悪くなかったとの回答がございました。

次に、分類方法について、ピクセルベースを想定していると思うが、どのような教師データを与えるかによって学習の結果が変わってくる。特に、平成32年度以降には先進光学衛星のデータを用いる想定とのことで、解像度がよいと影の部分が明瞭になり、地物の判断が複雑になるので、気をつけることという御意見がありました。

また、本研究について、国が実施する意義、あるいは国でないとできない理由はあるかという御意見があり、基盤としての地図整備は国土地理院の役割の1つで、AIを用いて作成される地図は精度管理を必要とする測量成果で、それを効率的に行うためにもこの技術開発が必要になるとの回答がございました。

最後に、AIについて、研究を進める5年間に新しい技術が頻繁に出てくると思われますので、随時取り入れてほしいという意見があり、また、ディープラーニングに関する技術はここ5年ぐらいで急激に発達しており、今後も有効な技術については随時取り入れていくという御回答でございました。

審議の結果は以上でございます。

○委員長 どうもありがとうございました。それでは、今の地理分科会での御意見も踏まえて、本日御出席の委員の皆様方から、今回のこの提案テーマについての御意見とかコメント等がございましたらよろしく願いいたします。どなたからでも自由に御発言をいただければと思います。いかがでしょうか。AIという新しいものに取り組むということなので、先が見えないということで、質問がなかなかしにくいということもあるのかもしれませんが。

○委員 非常に興味深く、チャレンジングな研究を御紹介いただきまして、どうもありがとうございます。私は、こういう分野は大好きなので、喜んで聞いておりました。

お伺いしたいのは、Slide 8 に出ているのですが、非常に高い目標設定をされていますよね。「抽出対象となる地物数全体の80%程度の抽出」と書かれておられて、これは周辺のいろんな関連分野の研究の成果の進捗とか技術的な進化も踏まえて、こういう目標設定はされておられるのでしょうか。

○発表者 この目標設定をするときに、AIがどういうものかということも含めて、幾つか

試しにいろいろやってみたところですが、基本的にそのときに思ったのは、AIでこういう処理をした場合は、従来の処理と全く発想が違うのだなということがわかりました。当初は、ここまで高い目標達成は恐らく5年やっても無理ではないかと思っていたのですが、昨年末ぐらいにpix2pixと呼ばれる、驚愕すると言ってはあれですけども、ここまでいくのかというレベルのAIが発表されたのです。それを見て、さらにそれにデータを実際に食べさせてみたときに、特に我々が気にしているのは位置精度ですけども、位置精度の捉え方が、従来の画像に着目して、いろんな技術を使ってつくろうとしたものとは全く異なる出方をしたものですから。正直言うと、この40項目の中には、実際に1ピクセル単位できちんとデータ範囲をとらないといけないものもありますし、植生のように、ある程度代表的な範囲を選べばいいというものも実は含んでいるのですけれども、そういったものも加えて、かつ、ただ、それだけでもやっぱりこの目標には難しいと思いましたから、それを補完する意味で、従来の中にも、例えば画像のエッジをとるといようなものを加えることで補完させると、恐らくかなり高いところを狙えるのではないかという見通しは、実は内心は持っているのです。

ですから、全く達成不可能だということで今回御提案したわけではなくて、一応AIが画像分類の世界でどこまでいけそうかということ、これまでの経験から、5年間かければどこまでいけそうかという見通しも立てた上で、今回、それでもかなり頑張らないと達成できないというレベルとして御提案をしている内容でありまして、御質問の内容としましては、ほかのものも見つつ、ただ、その延長線上にあると多分これは達成できないので、AIが得意なやり方を主に置きつつ、そこに従来の周辺技術をうまく使うことで、この目標達成を目指したいということで御提案させていただいております。

○委員 ありがとうございます。多分AIって今2回目に流行っているのですよね。1回目のときから、顔の認識とか、お化粧をした人とそうでない人とか、帽子をかぶった人とか、イヤリングをつけた人とそうでない場合とか、そこまで認識できていたのです。ただ、そういう認識の仕方と、今までの地物の分類の認識の仕方は全く入り口が違いますよね。でも、そういう新しい技術をどんどん入れていただくことで、どんどんいろんな分野でのコスト削減につながるという研究だなと思ひまして、質問させていただきました。

○発表者 ありがとうございます。AIの可能性に期待するところ大でありますので、これから5年間いろいろなものがまた出てくると思ひますし、そういったものもきちんと取り込みながら進めていきたいと思ひます。

○委員長 ほかにございますか。

○委員 報告ありがとうございました。私のほうからの質問は、恐らくこれからこの研究だけではなく、現時点でも行われていると思われるのですが、その辺の国土地理院としてのAIの取り組みの現状を大きく紹介していただけますか。これだけなのですか。私は去年からですので、初めてAIという言葉を知りました。これは、そのメインの仕事になることは間違いないのですが、当然そのほかの研究にもAIは使われるだろうと予測されます。つまり、これからは持続的にAIの研究の応用分野は国土地理院の中で広がっていく可能性は明らかであると思われるのですが、大きくAIをどうするかということは何かに考えているのでしょうか。AIをどう使っていくか、対応をどうされるかという話ですね。

○発表者 私の立場でどこまでお答えしていいものかというのはありますが、まず何をもってAIと言うかという部分があると思うのですが、ここでは何らかの教師データを使って学習をさせた結果を用いるという意味でAIを使うといたしますと、国土地理院でもかつて、15年とか20年ぐらい前からAIに関する研究はされてきたことは事実ですが、残念ながら、まだうまく活用できているという状況にはありません。明確にAIという研究を進めるということも、過去に終わったものを除けば、（国土地理院において）現状進んでいるものとしては今回のこの研究が初めてだと思われます。

ただ、今回は地図作成というものをターゲットにした研究を御提案させていただいたわけですが、AIというのは、先ほどの何回か試行した結果からすると、人間が考えて、人間が判断するようなところにどうも入り込んでいきそうな可能性を私は個人的には感じているところですので、これから我々の地図作成という分野だけではなくて、例えば災害時の判読、そのほか人間でないとできないとこれまで思われているところも、国土地理院の事業や所掌範囲の中でも恐らく適用できる可能性はあるのだらうと思っております。ここで5年後まで待つわけではなくて、途中で、外向きにもそうですし、院内に向けても、AIでこういうことがこういう発想でやるとできるのだよというのを紹介しながら、ほかの分野の研究者もいますし、事業のほうでもいろいろ技術開発もされていますので、そういったところにこれからAIを導入できるのではないかという機運を高めていきたいと思っております。済みません、私のレベルだと、そのぐらいまでしかお答えできないかなと。

○委員 ほかにわかる方がいれば、フォローしていただければと思います。

○企画部長 それでは、引き続いてお話しさせていただきます。

彼が今、15年か20年前という言い方をいたしました、実は平成3～4年ころにほんの少しだけ担当したことがございまして、当時、印刷された紙の地図の中で、記号になっているものを抽出して、その記号が何であるかを自動認識できないかということをバックプロパゲーション方式のニューラルネットでやろうとしたのですが、十分な教師データが用意できなかったということと、余り大きくない層のニューラルネットでも、データを計算してくれるのに今と桁違いに時間がかかったということで、結果的には全くうまくいかなかったという事情がございました。

今回は、1つは大量の教師データを我々は持っていることに気がついたということと、昔に比べると多分何桁も計算スピードが速くなったので、ぶん回せばそれなりのスピードでできるようになりましたという、その2つが大きい。研究者本人はどう考えているか知りませんが、私はそのように捉えておりまして、その捉え方の延長線上であれば、教師データをたくさん持っているというのは、地図に限らず、我々はほかにもまだあると見ておるものですから、1回目にまず地図のところで、今回の案件でそれなりのものができるようであれば、十分な教師データを持っているものに適用するのは、1回目に比べると2回目のほうがハードルは低いだろうから、適用する分野を広げていくということは大いにあるのかなと思っております。

私が彼から発言を引き継いだのはもう1つ理由がありまして、冒頭の院長の御挨拶でもありましたように、地理空間情報活用推進基本法が10年ということを申しましたが、5年ごとに基本計画をつくり直しております。ですので、今回、3回目の基本計画を3月の末に閣議決定したばかりでございます。その中では、次第に手あかのついてきつつある言葉ではありますが、緩やかな意味で総理の方針とも結びつくような形で、Society5.0とか、ああいった言葉とセットで、ビッグデータとAIなんかをいろいろ活用してというフレーズを必ず入れるようになっておりまして、今回、そういうこともあって、可能な範囲では今後もやっていくのかなと考えているところでございます。

ちなみに、平成3年にやって以来、連綿とやってきたのかというと、全然そんなことはなくて、画像認識でも、例えば、CVペーパーチャレンジみたいな集団の人たちがいるという存在は承知をしておりますが、フォローができていくかというと、全くそんなことはないという状況ですから、甘い気持ちではうまくいかないと思っておりますが、せっかくでするので一生懸命やってまいりたいと考えているところであります。

○委員 ありがとうございます。ほかの方でフォローをお願いします。

○応用地理部長 応用地理部です。AIと言えるレベルかどうかというのはありますが。当部では活断層図の整備を進めております。一方、国土地理院では、非常に詳細な土地の高さ、標高データを全国整備しています。活断層図を整備する際には、多くの活断層の先生方に協力をいただいておりますが、若い先生方が、昔ながらに写真を実体視するだけではなく、標高データを使って断層の候補を自動的に提示させることを試みています。教師データですとか、正解率とか、まだまだ人の目でも見る必要がある段階ですが、一定の効率化が図られるという報告がされています。

○委員 ありがとうございます。

○委員長 ほかの委員はございますでしょうか。

○委員 全く見当違いなことなのかもしれないのですが、私がこの研究を社会実装されて、このように使えるのかなというイメージを説明させていただきたいのですが、間違っていたらぜひ教えていただきたいのです。きのう熊本へ行って阿蘇の道を通ったのですが、かなり工事が進んでおりまして、新しい道路ができておりました。レンタカーを借りたら、私たちは空中を飛んでいるというナビが出るわけですね。グーグルマップでもやっぱり空中を飛んでいる。そのグーグルマップも、レンタカーのナビも、違う地図で、違うところを走っているということもあったのです。携帯を見て、こっちを見て、どちらも私たちは違う道を行っているよねという状況があって、そのように、災害が起きた後に粛々と新しい道路ができて、そこの道を通るとき、例えば、こちらのAI技術が地図作成や編集のところに早い段階で反映されたとするならば、新しい道路が反映されたナビを待つことなく、早い段階でその道路を知って、安全に通行することができる。こんなことにも応用できるのかなと思ったのですが、いかがでしょうか。

○発表者 私がこれから申し上げることは完全に個人的な考え方でありまして、国土地理院の事業とか、そういったこととは現時点では関係がないという前提でお答えをさせていただきたいのですが、問題意識というのはまさにおっしゃる部分がありまして、地図は更新がどうしても遅い。ただ一方で、Slide 3 で御紹介したような自動運転の分野では、もう3次元のセンサを使って、リアルタイムに周辺の環境を認識しないと安全に走れないわけですから、当然認識されているわけですね。将来、5年とか10年先にそういった自動運転の車が安いセンサを使って、今測量に使っているようなセンサほど高密度、高精度ではないにしても、粗いデータは、たくさんの車がそういうところを走りながら、時々刻々センサで捉えている。その情報をリアルタイムに取り出すことができれば、それをネット

ワーク上にでもどんどん蓄積することができれば、それに対してAIを活用すれば、まさにリアルタイムに我が国の空間の情報が押さえられるわけです。

この研究を立ち上げた最初の発想は、サイバー空間を見ると、我が国、もしくは地球そのものかもしれませんけれども、その現在の様子が、まさにつくり込まれているものが見られる。そういったところにつなげていく方法はないか、当初そこからおろしてきたということがありまして、まさにおっしゃったようなところを問題意識として捉えて、何とかリアルタイムにそういったところの地図情報をつくれないだろうかということを目指したものであります。重ねて申し上げますが、今の国土地理院の事業と関係するわけではありませので、そこは議事録のほうでもしっかり明記していただくようにお願いします。

○企画部長 それでは、これも私のほうで少し補足的に。今、発表者が説明したSlide 3の右下隅のところに内閣SIP資料加工、ダイナミックマップという図が出ております。特に日本の場合、これが自動運転で使われる中心的なものになっておるわけですが、私は、この内閣府SIPの自動走行のチームのところに少し顔を出させていただいていますので、そちらのほうで仕入れた情報を少しだけ御提供申し上げます。

今、発表者が説明したような話というのは、あるいは車の車載センサからとれるであろうと思われるデータは、ダイナミックマップが4層構造となっているもののうち、どちらかというところ下の層のほうの手厚くとれるのかなと思っているのですね。車載センサからとったときに、時々刻々変化する情報ではなくて、とりあえず1カ月や1年というオーダーでは変わらないような、ここに道路があるとか、ここに横断歩道があるとか、そういったものは、幾つかの車の画像を合成することでとるという検討を進めている。内閣府の中ではそれはメインではないのですが、TOYOTAのほうでやっているという冒頭の発表もありましたし、TOYOTAの発表は、聞くところによると、Googleと少し後ろで手を結び合っているという情報も聞いたこともございます。

一方、個別に我が国の場合ですと、道路交通法が他国よりも割と厳し目ということもあって、例えば、角を曲がったすぐ向こう側に荷物が落ちているみたいな話は、そこをある程度の数の車が通って、センサ情報が集約されないと形成されないですから、そういう形でとれるかどうかというのはちょっと心配な部分もあったりして、今のところ、ダイナミックマップは、どこか中央のセンターに集めて、そこから通信で、車の位置から見て、運転台から見える範囲の倍ぐらいの距離のところを、それぞれ適当なタイミングで、ほぼリアルタイムに車に送り込んできて、ですから、車の側では、日本全国、東京を走っている

のに北海道の道路地図は要らんよねという形で、自分の走っているところの周辺のデータだけを持って、その範囲であれば十分リアルタイムで処理ができるという認識で進んでいるとおもっているところです。

静的な情報をそういう観点で収集するというのであれば、センサで時々刻々という話もありでしょうけれども、新しい道路であれば、供用開始の例えば前日とかに、工事がもう既に終わって、工事用車両が撤収しているという状況のもとで、MMSのような車を1回さっと走らせて道路形状を取得しておくというやり方も、これまたありかなと見ていまして、実際にダイナミックマップ、SIPのほうでは、とりあえずは東京の周辺だけを試験的につくるということで今進んでおりますけれども、それはMMSで、もう供用開始されてしまっている道路ではあるのですが、1～2度走ってみて、1回目と2回目で前後に走っている車の配置が変わりますから、それを使って上手に路面を全部とってみたいなことをやるようなことで今進んでいるところと聞いています。

ここまでがSIPの報告で、あと30秒ほどで個人的な感想をちょっとつけ加えるのですが、日本の場合は、かなり田舎に行っても携帯の電波が通じますので、センターから車に対して、あなたの走っているところの周辺の道路はこうなっているよと。工事規制情報ですとか、あるいは1km先に倒れている人がいるからちゃんとハンドルを切ってねとか、そういう情報も伝わってくると思うのですが、日本の北海道よりも人口密度の低いようなエリアですと、そういう高速通信回線が実は余りなくて、センターから車に送るやり方以外のやり方でということのほうが重要になるので、いよいよ車のセンサでとれた情報で、自分でその場でリアルタイムに判断できる範囲で判断してということになる部分もあるのかなという感想を個人的には持っております。

○委員長 ありがとうございます。ほかに何か御質問とかコメントはございますでしょうか。

○委員 私はAIのことをほとんど知らないので教えていただきたいのですが、学習モデルのアルゴリズム、ニューラルネットワークで構成されているということがあるのですが、このアルゴリズムが結構いろんな判断の肝になるような気はしているのですよね。それで、アルゴリズム自体を国土地理院で新しく開発・改良するのか、あるいは市販のソフトで、もう既にアルゴリズムが実装されているものもあると思うのですが、そういうものを利用して研究を進めるのか、どういうアルゴリズムを利用するか、その点について教えていただきたいと思います。

○発表者 アルゴリズムというのは、恐らくこれまでの手続型の世界で、情報を入力して、どこに着目して、こういう処理をしてという過程だと思うのですけれども、AIというのは、実はアルゴリズムという言い方はもしかしたら正しくないのかもしれないくて、ここで行うニューラルネットワークを主体にしたものは、ニューラルネットワークから次のニューラルネットに情報をどのように受け渡していくか。フィルターというものを使うのですけれども、そのフィルターのサイズであるとか、何層にするかということを決めた上で、学習用のデータを与えて、層から層に渡すときの渡し方の重みづけを決めていくという処理をするのですね。ですから、アルゴリズムという形ではなくて、重みづけの集合体をセットで使うことで結論が得られるという、少し不思議なものなのですよ。

ですから、アルゴリズムをどうこうとおっしゃった部分というのは、恐らく抽出すべき地物に適したニューラルネットの構成と、それに使うときの重みづけの値の1つのセットを「はい」とお渡しして、それを受け取った人は、それをそのまま使うか、それに対して自分たちの情報をさらに与えて、プラスアルファの学習をさせたものを使うかという形になっていきますので、決まったアルゴリズムというのはないのですよね。AIの構成と重みづけをどのように計算させるかというフレームワークが幾つか、世の中には既に出ているものがありますので、そのフレームワークを使って、その上でAIの構造を我々なりに定義して、情報を流して、重みづけをさせて結果を見るということを繰り返していくことになります。したがって、アルゴリズムを持ってきて、それを改良してということとはちょっと内容が異なると思います。

○企画部長 また少し補足をいたします。イメージ的には、ブラックボックスの入りが生の画像で、アウトプットが判読した結果になるわけですが、冒頭だと重みづけが何もチューニングされていないので、判読した結果はでたらめなものしか出てこないのですね。ただ、今回、教師の画像としていいものがあるので、教師は全然違うことを言っているぞということを比較して、途中の重みがおかしいのでしょうかということと言ったときに、アウトプット側で教師と自分が判断した結果が大きく乖離しているから、途中の判断の重みがおかしいので、出口から逆向きに少しずつ重みを変えなさいという情報が戻っていくのですね。

今、ブラックボックスと言いましたが、その中に小さいニューロンがたくさんあって、入り口に近いところにいるニューロンと出口に近いところにいるニューロンとか、何段階かあって、それらの間で結ばれていて、それらの間でも個別に重みがいっぱいはまってい

るのですけれども、それらが微妙にちょっとずつ変わっていくわけです。十分な学習をやると、理想論で言えば、正しい重みに到達できたと仮定するならば、教師と全く同じ結果を出すようになるというのが理想ですけれども、原理的には十分な数のニューロンがあるのか。ニューロンが多ければ多いほどよさそうに見えて、そうすると、逆に変なエアポケットみたいところに落ち込んで、そこで解がとまって、それからそもそも学習の時間が飛躍的に上がっていつてしまうから実用性が下がるとかいうのがあるのですが、理屈から言えば、教師にできるだけ近づくように、途中の重みが、何千回か何万回か学習すると重みの値が十分最適化されるので、そうすると、認識結果がよくなるというのが一般論だと言われています。

今の私が補足したこの中身の理屈は、教師の中身を地図にしたから地図画像がとれますということですが、駒の配置を入力して、教師を例えば羽生名人の棋譜に持っていけば、羽生さんに勝てるような将棋ソフトができ上がるということで、原理的には同じだけれども、重みのつけ方を変えることでいろいろ適用ができる。だからこそ、既存のパッケージのチューニングをするというところをむしろやるという話になろうかと思っています。

今の流れですと、手続型の言語、20年ぐらい前とかによく言われていたような、例えばPrologでコーディングをするとか、そういう話が全く出てこないような流れになるので、そういう意味では、確かにアルゴリズムとは余り関係しない部分が多いですねという冒頭の彼の発言とつながってまいると認識しております。

○委員長 ほかにございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

では、私も。私もAIのことをよく理解していないので。今回のテーマが地物を自動抽出するということで、センサからどんどん情報をとって、先ほどのSlideの3枚目にあるような自動運転のダイナミックマップをつくる。どちらかというと現在の状況、地物を正確に判定するということだと思うのですけれども、Slide 4にもありますが、国土地理院が過去の膨大なデータを持っておられて、それをデータベースとしてAIに持ってくるというお話がありました。そうすると、これまでのいろんな研究の中で、例えば、過去の地質だとか、住宅の状況だとか、いろんなものから災害の予測をするマップをつくり、過去のデータを使いながら、実際に災害が起きたところの状況を判断する研究がかなりあったと思っているのですね。

そういう意味では、現在の地物を判読する、これももちろん早くきちんと正確に出すということもあるのですけれども、せっかく昭和の初期からの過去のデータのオルソ化がど

んどん進んでいて、これをデータベースとしてAIの中に入れられるということになると、現在のそれも重要ですが、過去のデータを使って今まではわからなかったことをAIに提示してもらおう。要するに、過去に国土地理院が行っていたいろいろな研究の中でやっていたようなことを、ここでもう1度AIを使って検証させてみる、そのようなこともやっていく価値があるのではないかなと。

もちろん、先ほどからの地物の判読をするという、この目標は時間をかけずにすぐでできるということは重要だと思うのですが、国土地理院しか持っていない膨大で貴重なデータをAIに、ただ何をさせたらいいかというのは私もよく理解していませんが……。具体的にここですぐ言えるのは、過去の研究評価委員会の中で、地質だとか地層だとか、いろんなものを調べた上に画像を重ねて、地すべりが起こりやすい場所とか、災害が起こりやすい場所を特定したりとかという研究があったと記憶をしていますが、そのようなことを今回のAIの中でも考えさせるというのでしょうか、そちらの方向のものもやってみるとおもしろいのではないかなと感じた次第です。過去の膨大なデータをどのようにAIに使おうという、そのお考えは今ありますでしょうか。

○発表者 ありがとうございます。我々は過去の大量のデータを保有しているところが国土地理院の優位性の部分であると認識しておりますので、今回はたまたまターゲットとしては新たなセンサや画像情報から地物を抽出するAIをつくらうということになっていますけれども、そのAIを研究していく過程で、恐らくAIの構造のこういったところがどういうものに対してよりよく反応するのかというノウハウが蓄積されてくると思うのですね。そういったものを、今度はターゲットを地形分類であるとか、過去に発生した何らかの現象の分析というものに当てはめる余力が恐らく出てくると思いますので、特定の教師がある場所のみにしか使えないということではなくて、今ある教師で学習させた結果を使えば、過去のこういったものも、そのまま処理させてみると新たなものが出てくるということの発見につなげていきたいと思っていますところではあります。この研究を立ち上げるに当たっていろいろな調査はしてきましたけれども、正直、まだかじったぐらいの状態でありますから、これからAIの構成が結果に与える影響、こういったファクターが有効なのか、どういう構成をとるのがいいのかというところを慎重に見きわめながら進めていくことで、そういった派生の部分にも対応できるようになっていくのではないかなと思いますので、そのように進めていきたいと思っています。

○委員長 ありがとうございます。委員の方々からほかにございますでしょうか。よろし

いでしょうか。どうもありがとうございました。

それでは、これから委員だけで講評に関して少し打ち合わせをさせていただきたいと思いますので、毎回ですが、隣の部屋で行いますから、委員の先生、移動のほうをよろしくお願いいたします。