

令和5年度 第2回
歩行空間の3次元地図ワーキンググループ 議事概要

1. 開催日時等

日 時：令和5年10月5日（木） 13：00～15：00

場 所：リファレンス国際ビル貸会議室 K1 会議室（オンライン参加併用）

[構 成 員]

有 識 者：佐田 達典 日本大学理工学部交通システム工学科 教授
田中 圭 日本大学経済学部 専任講師
中村 良介 国立研究開発法人産業技術総合研究所
情報・人間工学領域
人工知能研究センター 総括研究主幹
岩崎 秀司 一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会 理事

自 治 体：東京都 建設局 道路管理部保全課

静岡県 デジタル戦略局

関係省庁：国土交通省 道路局 企画課 評価室

国土交通省 国土地理院 企画部 地理空間情報企画課

事 業 者：LOMBY 株式会社

ソフトバンク株式会社

株式会社マップフォー

株式会社 ZMP

[オブザーバー]

関係省庁：経済産業省 商務・サービスグループ 物流企画室

国土交通省 都市局 都市政策課

事 業 者：WHILL 株式会社

[事 務 局]

国土交通省 政策統括官付

2. 議事概要

(1) 構成員の変更

- （本ワーキンググループの構成員のうち東京都都市整備局と東京都デジタルサービス局が、第2回から東京都建設局に変更となったことから規約の改定を行った。）

(2) 議事

1) 3次元点群データの取得・フィルタリング・統合方法について

【1) に対するご意見および質疑応答】

- ・ 今回、川崎市で取得した MMS の点密度はどの程度か。
 - ・ 車載 MMS は、速度にもよるが公共測量に準じており、4,000~5,000 点/m² 程度である。台車搭載 MMS は 14,000~15,000 点/m² 程度である。(事務局)
- ・ 異なるセンサーで取得したデータの重ね合わせという点で、例えば MMS なら GNSS で絶対座標を取得し、座標系は平面直角座標系となっていると考えるが、今回は他の機材は絶対座標が付与されているのか、それとも相対位置のみか。
 - ・ ハンディレーザーは絶対位置が取得できないため取得時は局所座標である。スマートフォンは搭載されている GNSS で位置座標を取得するため十数メートルのずれが生じる場合があり、点群を統合する際の基準となる点群（ベース点群）に合わせこむ形で位置補正を実施した。バックパックは GNSS を搭載しているため、絶対位置を取得できたが、精度面で MMS には及ばなかった。歩行空間の計測では、車道部に比べ、ビル等の遮蔽物の影響が GNSS の位置精度劣化につながっていると考えている。MMS による取得データの精度は一定の信頼性があるが、その他機材による取得データについては位置補正処理を実施したうえで、位置精度の高いデータに位置補正を行うことで精度を確保できると考えている。(事務局)
- ・ 3次元点群データの統合について、剛体の補正としてヘルマートで合わせられるような平行移動や回転移動が示されているが、一方長距離で取得するとドリフトしてしまう。あまり歪みが出ない範囲で取得したデータを対象とし、また歪みが小さくなる計測方法を推奨していくという認識でよいか。
 - ・ その通りである。(事務局)
- ・ スマートフォン LiDAR の累積誤差について、取得距離が長くなるほど点群の位置座標のずれが大きくなった。解消方法の1つとして、左右に振る等の方法も試したが、最も良かった方法は、自撮り棒等を使い3mほど上から地面が映るように計測する方法により、比較的真っ直ぐなデータが取得できた。
- ・ 点群データの活用可能性について考えると、細かく 2cm の段差が取れるか否かも重要かもしれないが、バリアがあるかもしれないという可能性が分かるだけでも、本プロジェクトに関わるロボット事業者や車椅子利用者にとって重要ではないか。ロボット事業者のスクリーニング調査や、ボランティアによるバリア抽出の事前調査等にも使用できる可能性がある。
 - ・ バリア抽出については今後検証していく部分だが、引き続き検討するとともに移動円滑化ワーキングとの連携を進めていきたい。(事務局)
- ・ 歩道位置の認識やバリア抽出への活用可能性、自動配送ロボットの自律走行への活用可能性の観点が論点として挙げられているが、これら 3 つは相互に関係する部分もあ

る。総合的な観点でも検討できると良い。

- データの統合では剛体を対象とする手法が使用されている。MMS で取得したデータは一直線なデータだが、バックパックで取得したデータは少しずつ位置座標がずれていくため、ICP 等の剛体に対する手法で統合することは不可能だと思うが、何か提案等はあるか。
 - ベース点群は取得範囲が最も広域なものが良いと考えており、整備が比較的進んでいる車載型 MMS を使用していきたい。他のセンサーで計測しているものは、欠損部分の穴埋めで利用すれば、比較的歪みの少ない状態で活用できると考えている。(事務局)
 - MMS をベースにローカライゼーションをしてマップを作っていくことも可能と考えられる。
 - 可能性として考えられるが、既存で整備されているデータを有効活用したいと考えている。切り出して統合する方向で実施していきたい。(事務局)
- MMS の広域計測を行った際に、測量事業者は公共測量基準に従って計測しているものの点検測量を実施していない場合がある。MMS をベースにして、そこから歩行空間の整備を行うことは賛成だが、国土交通省が MMS 自体のデータの点検や管理を実施できる仕組みが検討可能であればお願いしたい。
- 基準点や道路の官民境界等の重要なデータが国土交通省に集まっているが、それをどのようにして地理院地図の地図情報レベル 2,500 からより高精度にしていくかという道筋や指針を示してもらえれば、大きなフレームワークができると考えられる。
 - 施策の目標としては、バリアの抽出と自動走行支援という点からのアプローチであり、そのための点群地図という位置付けである。11 月以降にロボット走行実証を行うが、直轄国道の MMS のデータがある部分から、歩行空間へ徐々にデータを繋げていった点群データを使用してロボットを走行させるとどうなるか検証する。一方で、事後を見据えて、取得方法や密度等の諸元は整理したい。(事務局)
- ロボット事業者は、現状では他社が作成した地図で走行する段階までは行っていないが、この WG での議論がベースとなり、形式や精度等が定まってどの会社が作成した地図でもロボットが走れるようになれば、データの競争部分と協調部分が分けられる。各社が協調して地図を作る部分と、各ロボット事業者が独自の付加価値を付けた地図を作り競争する部分でのすみ分けにおいて、この検討はベースとなると思う。取得データの空間的範囲は、ロボットに搭載するセンサーに関わってくる部分である。ロボット事業者としては、性能が低く、安価なセンサーであっても使用可能な点群データが望ましい。センサーの範囲が 100m や 200m といった高性能なものは搭載せず、歩道を動くものに関しては 40~50m 程度の範囲でも動作できるイメージである。ロボット周辺の数十メートルを見ながら自己位置を推定できるのではないか。
 - 川崎駅前データを取得した際は、反対車線の建物の壁面まで取得しているが、そこ

まで無くとも自己位置推定には使えると考えて良いか。(事務局)

- ・現時点では範囲が 100m 程度のセンサーを使っているが、今後はコストダウンしていきたいと考えている。40m 程度でも動くかどうか、川崎市の実証で検証していきたい。
- ・今後の検証の際に、40m 程度のセンサーと広範囲のセンサーを用い、2 パターンで比較することも検討したい。(事務局)
- ・フィルタリングは、季節によって植木が伸びて障害物やマップ上のノイズになるため、植栽の部分で苦勞する。
- ・自己位置推定に使える点群データは有用だが、信号をここで待つて欲しい、学校前の狭い道は通らないで欲しい等、地元の要望を含めた走行位置やレーンのデータも整備していくことが重要だと思う。
- ・点密度に関連して、実際にロボットを走行させるときにどのようなデータを使用しているのかを知りたい。メッシュ化してもデータが重いという場合、ロボットが通る線を最初に決めて、線に沿った地形データだけがあれば良いという議論になれば、点密度を細かくして計測するという考えとは費用感が合わないと思う。事業者目線で使えるデータは、どのようなものがベストと考えているか。
- ・事前のプランニングの際には、低密度の点群では物体が見えないため、主に高密度の点群を使用する。一方、走行する際は低密度で問題なく、屋外では 0.5m 四方、屋内では 0.2m 四方のボクセル内に 1 点程度の密度にダウンサンプリングしても走行が可能である。
- ・歩行空間を移動するロボットでは、点密度としては 0.1~0.2m 四方のボクセルでダウンサンプリングしているデータを使用することが多い。点群の利用目的は、ロボットに搭載するセンサーとのマッチングで位置を推定したり、スキャンデータと地図との差分から地図に無い点群を障害物として判定したりすることである。プランニングにおいては、必ずしも点群地図は必要では無い。
- ・そこまで高密度な点群が必要無いということになると、歩道だけ細かく取得する必要はないのではないか。ボクセルの観点では空間 ID 等の検討も進んでいるが、例えば面として道路・歩道を判断する点では、都市局で進めている PLATEAU の CityGML を歩道面に適用していけば、属性情報の付与も検討できる。点群から CityGML 化を進めることで、コストもデータ量もそこまで大きくならないと思う。
- ・点群データの活用可能性については、特にコスト面も大事だと考えている。コストの観点も検討項目として整理していただきたい。
- ・スマートフォンの LiDAR では、土木工事で活用する際には標定点等を起終点に置くなど、測定方法を工夫することで精度が高く取れることが分かっている。測定方法も踏まえながらデータを検証してもらえると有難い。また、取得したデータの精度が高いものであれば、公共測量等への活用も可能なので、そういった点も検討をお願いしたい。

- ・ 取得したデータの精度が十分なものか、誰かが判断する必要がある。その枠組みも検討が必要である。

2) 3次元点群データの区分案について

【2) に対するご意見および質疑応答】

- ・ ロボット走行実証をするうえで、ロボット事業者にとっての競争領域と協調領域はどこか、ヒアリング等で確認して整理するべきである。また、各事業者が取得した点群は競争領域か協調領域か、議論をする必要がある。
 - ・ 点群データや歩行空間のデータを集め、何かしらのイノベーションが出てくることで、社会経済が良くなることを期待している。11月以降にロボットの走行実証を行うが、ワーキングに限らずヒアリング等を通してロボット事業者の協調領域が何か絞り込んでいきたい。(事務局)
- ・ ベース点群を基準とした点群データの統合を考えた際、ベース点群にあるべき品質を考える必要がある。例えば、第三者機関等で認証を受ければベース点群として利用できる等の仕組みづくりを考えつつ議論することが必要だと思う。
 - ・ 基準となるデータが整備された際に、そこに合わせていくための方法を整備することが重要だと認識している。諸元を明らかにして点群を取得・結合し、ベース点群を最後に一級基準点等に当てはめるという発想はある。(事務局)
- ・ 今はロボット事業者が自社で地図を作成しているが、今回の実験はこのプロジェクトで取得した点群をロボット事業者に渡し、そこからロボット事業者が各自必要なボクセル等に変換してロボットを走らせるという認識でよいか。
 - ・ 経路作成やプランニングは行っていただいたうえで、間引き等が必要と考えているが、取得した点群データを利用して、自走実験を実施する。統合時の精度が悪いと、統合処理による段差が作成される等の問題も生じると思うが、どういった点群データであれば統合処理が可能かも明確にしたい。(事務局)
 - ・ 段差等の問題の前に、自己位置推定ができるかという点が気になる。間引き等はデータがあればできると思うが、どのようなデータを渡せば、ロボット事業者側でロボットが走れる形式にできるか明確にできると良い。将来的に利用できるデータを明確にすることで、各社のロボットの走行と、各社のセンシングデータから協調して作成する地図の更新が相互にできるようになるという枠組みまで発展できる可能性がある。
- ・ フィルタリング前のオリジナルデータも公開すると、別の分野で想定していないデータの使われ方がされるかもしれない。フィルタリング前後のデータの公開を検討できると良い。
 - ・ ほこナビ DP の観点が歩行空間ネットワークデータと自動配送ロボットであるため、フィルタリング対象は動的物体であるが逆にその動的物体が欲しいというニーズもあり得ると思う。プラットフォームを公開していくなかで今後検討したい。(事務局)

- ロボットが走行するうえで、地図データが現地状況と合致しているかが重要であり、データの取得時期の情報が付与されると良い。また SLAM 方式では、解析するソフトウェアやバージョンの違いにより出力結果が異なることが想定されるため、解析ソフトウェアやバージョンの情報も残すと良い。
- ロボットによっては、地図の作成にセンサーデータを使うことがある。3次元の地図から2次元の地図に変換する場合、すでに3次元点群になっていると活用の幅が限られるが、センサーの取得データ（LiDARの生データ）を使うと、より高精度な2次元地図が作れる。ロボット事業者によっては、3次元点群だけでは情報が不足しており、センサーデータレベルで欲しいという場合もあるかもしれない。
 - 将来的に誰が整備するかは決まっていないが、行政が整備したデータをいかに配送ロボットが活用できるかという観点がある。今後どのようなデータがあると活用できるかという部分を把握したい。ヒアリングの機会等があれば、データのレベル感やスペック等についてロボット事業者に伺いたい。（事務局）
- 品質とは何か、位置正確度だけでなく、鮮度や網羅性等の観点も含めて考える必要がある。バリア抽出や歩行空間ネットワークデータ、ロボットの走行にどのような品質が必要か考えていく必要がある。
 - 路面であれば縦断勾配や横断勾配、凸凹、路面の素材、水たまりのできやすさ等も品質に影響すると思う。そのような点も検討対象に含めていけると良い。
- 実際に商用利用で走らせるなかで、地図が使えないとなった場合、サービスインを延ばさなくてはならない点が懸念される。また、何かあった際の責任は運行事業者になると思う。第三者が作成した地図を利用する際に、どのように安全性等を担保するのか事業者として考える必要がある。
 - 現時点では走れるかという点を優先して実施したいが、将来的に必要な観点であると考えている。（事務局）

3) その他

【3) に対するご意見および質疑応答】

- PLATEAU、工事関係の国土交通データプラットフォームが既にあるが、ほこナビ DP は、建物と道路の間の人間が暮らす領域を繋ぐ基盤となる点で重要だと思う。歩行空間が結節する道路や建物とどう繋げていくかも考えていけると良い。
- 公開サイトにおけるシステムは、取得した点群データを2D化して動作が軽く見ることができると良い。実際に活用する際にサイトの動作が重いと、ユーザーが利用しなくなってしまう。入口は軽快かつ簡易的に操作できるようにしておき、より詳細な情報やデータが欲しいユーザーがシステムを操作し、情報量の多いデータをダウンロードできるシステムの方が普及を見込める。
 - 3次元地図については、2次元の地図で取得箇所のポイントを落としておいてメタデ

- ータが見られるようにするとともに、3次元で閲覧したい場合は別のビューで見られるようにする等、可能な限り動作が軽いサイトになるよう検討している。(事務局)
- ・ 統合した点群データを公開してみんなで使うことも重要だが、統合前の個別のデータを事業者側で好きなように組み合わせたり、事業者側で取ったデータを既存データと組み合わせたり等、色々な使い方が考えられる。公開するデータ形式や公開範囲等について、利用者のニーズを含めて検討できると良い。
 - ・ プラットフォームが乱立すると使いにくい。まずは、オープン化できるデータを G 空間情報センターで公開して事業者の反応を見つつ、それでも必要であればプラットフォームを作ることを考えた方が良いのではないか。プラットフォームが先に出しまうと、マイナス側に振れたときに、良い取り組みをしても受け入れられなくなることが懸念される。
 - ・ 引き続き検討する。(事務局)

4) 今後のスケジュール (予定)

【4) に対するご意見および質疑応答】

- ・ (無し。)

以上