

『道路橋点検記録作成支援ロボット技術の要求性能(案)』に対する意見について

1. 要求性能(案)に対する意見募集について(経過)
 - (1) 募集期間 平成30年3月14日(水)から平成30年4月5日(木)
 - (2) 募集方法 国土交通省及び国土交通省九州地方整備局ホームページによる
 - (3) 募集事項 道路橋点検記録作成支援ロボット技術の要求性能のうち、既に橋梁維持管理部会で検証中の「A-1: 損傷写真の撮影」を除く部分の設定
 - (4) 意見提出者及び件数 11者、32件

2. 意見及び意見に対する考え方 別紙-1のとおり

3. 道路橋点検記録作成支援ロボット技術 評価指標(案) 別紙-2のとおり
(いただいた意見を基に「要求性能」から「評価指標」へ修正しています。)

道路橋点検記録作成支援ロボット技術の要求性能（案）に対する「ご意見」と「ご意見に対する考え方」

No.	項目		ご意見	ご意見に対する考え方
—	要求性能(案)について		—	道路橋点検記録作成支援ロボット技術は、道路橋点検記録作成の支援として、技術者がロボット技術の使用を判断する際に参考となる指標を示すものであり、各評価指標値を参考として、技術者がロボット技術の活用ケースや利用するロボット技術の選択を可能とすることを想定しています。 そのことを明確にするため、「要求性能」という表記から「評価指標」へ修正いたします。
1	A-1	損傷写真の撮影	評価項目、評価指標の要件を充足するには、取得画像の品質が確保できていないと実現不可能。さらに取得した画像が座標系で管理されている必要がある。 (以下、自社システムのPRのため未記載)	ロボット技術の検証は、損傷写真の撮影と損傷程度の評価区分の自動判別まで一連の技術と考えております。そのため、撮影した写真の仕様については特に規定しておりません。
2	A-2	損傷写真の整理	調書類の自動整理であれば可能	要求性能(案)に対するご意見とは異なると考えます。
3	A-2	損傷写真の整理	評価項目の追加を提案 同じ損傷を異なる位置、角度から撮影した写真が複数ある場合に同じ損傷の写真であることを自動的に判別し、整理する機能を有する。	ご指摘の機能は、当該技術で撮影した写真から損傷を判読する場合に有用な機能とされます。評価項目A-2は、損傷写真を点検調書に整理する場合の機能を想定したものです。A-2には、ご指摘の機能は含まれると考えます。 その他の追加機能については技術的な特徴として把握することを考えています。
4	A-2	損傷写真の整理	評価項目の追加を提案 撮影された損傷が、当該点検で初めて発見された損傷か、過去の点検で発見されていた損傷であるかを自動的に判別し、整理する機能を有する。 点検時期の異なるデータを共通するインデックスでリンクさせて整理する機能を有する。	当該技術で取得した写真において損傷写真の整理機能の有無のみを評価します。 その他の機能については技術的な特徴として把握することを考えています。
5	A-2	損傷写真の整理	評価項目の追加を提案 AIにより精度の高い評価区分を行うには、多数の情報、データが必要であるため、損傷の有無にかかわらず、橋梁全表面を撮影し、撮影部位の構造条件、環境条件等との関係をリンクさせて整理する機能が必要。	当該技術で取得した写真において損傷写真の整理機能の有無のみを評価します。
6	A-2 A-3	損傷写真の整理 損傷図の作成	A-1の技術開発者と異なる業者がA-2～A-4に取り組むにあたり、撮影した写真の仕様開示について検討ください。 ・画像の解像度、撮影距離・画角情報 ・画像の位置を示す情報	ロボット技術の検証は、損傷写真の撮影と損傷程度の評価区分の自動判別まで一連の技術と考えております。そのため、撮影した写真の仕様については特に規定しておりません。 また、ご意見を踏まえ、「A-3 損傷図の作成」以降につきまして、指標を見直します。 新たな指標につきましては、あらためて意見公募等によりご意見をいただきたいと考えます。
7	A-3	損傷図の作成 要求性能(精度)	自動検出可能なひびわれの最小値は撮影画像の解像度や画質に大きく依存する。試行に使用する画像の品質を加味した公平な評価が行われるべき。	
8	A-3	損傷図の作成	画像から自動作成した損傷図を、近接目視によるスケッチで作成した定量性に劣る損傷図との対比で評価を行うのは適切な評価を行えない可能性があるのではないかと。	ご意見を踏まえ、「A-3 損傷図の作成」以降につきまして、指標を見直します。 新たな指標につきましては、あらためて意見公募等によりご意見をいただきたいと考えます。
9	A-3	損傷図の作成 要求性能(精度) ①床版ひびわれ	「最大0.05mm以上のひび割れについて、方向と本数がわかること」とあるが、0.05mmが0.2mmだと技術応募はできないのでしょうか。	
10	A-3	損傷図の作成	ひびわれ以外の損傷の検出率と的中率の評価を、損傷数により行うこととなっているが、面積に関する指標も加えた方がよいのではないかと。	
11	A-3	損傷図の作成	自動作成では全損傷の検出から旗揚げまで、考えられる全ての項目がサポートされている必要があるため、非常に高い目標になってしまいます。 評価項目を、当該技術により取得した写真等に基づき、損傷図を自動または半自動で作成することができる、とすることを提案いたします。	

道路橋点検記録作成支援ロボット技術の要求性能（案）に対する「ご意見」と「ご意見に対する考え方」

No.	項目	ご意見	ご意見に対する考え方
12	A-3-1 検出率	検出率の計算式は誤検出したひび割れ(変状)もカウントされ正当な評価がされない。「当該技術で正しく検出した」という前提文があるべき。	ご意見を踏まえ、「A-3 損傷図の作成」以降につきまして、指標を見直します。 新たな指標につきましては、あらためて意見公募等によりご意見をいただきたいと考えます。
13	A-3-1 ひびわれの検出率、的 A-3-2 中率について	本案では、近接目視で検出したものとの比較により評価しているが、近接目視点検の精度が異なると評価指標の信憑性が薄れるので、比較対象を標準として固定し、各技術を横並びに比較できるようにすべき。代替案として以下を提案。 「疑似損傷を配した、疑似橋を設定し、基本性能を客観的に評価できるようにする」 ひびの長さをどう測るか正しい方法が存在しないため、正確性が保証された点検調書は不可能と考え提案する。	
14	A-3-1 検出率 A-3-2 的中率	近接目視で検出したひびわれ延長について、点検者の評価を正解とするのであれば、ばらつきを抑えるため複数人で見る、あるいは検出率が100%を越えた場合、近接目視で検出したひびわれ延長の見直しを行うなどしていただきたい。	
15	A-3-1 検出率 A-3-2 的中率	検出率と的中率は単なる逆数ですが、どんな意図で二種を算出しているのか。	
16	A-3-1 検出率 A-3-2 的中率	再現率と適合率でも評価してはどうか。	
17	A-3-1 検出率 A-3-2 的中率	検出率(A-3-1)や的中率(A-3-2)は、損傷写真の撮影における判読可能性(A-1)の影響を受けるので、「A-1とA-3でトータルとして性能がでるのか」「A-3単独での性能はどうか」の両面での評価を考えて頂ければと思う。	
18	A-3-1 検出率 A-3-2 的中率	現行の検出率、的中率では、「当該技術で自動検出できたひびわれ延長」に誤検出の分も含んでいるため、分子と分母を入れ替えた指標的中率を用意しても誤検出と未検出を評価した指標になっていないです。 そこで、検出率は、以下の定義にするのがよいと思います。 検出率=(当該技術で自動検出できたひびわれのうち、誤検出(近接目視で検出しなかったひびわれ)を除いたひびわれの延長)/近接目視で検出したひびわれ延長 この指標を用いれば、的中率を設ける必要はありません。 「ひびわれ以外」についても、同様にするのがよろしいのではないのでしょうか。	
19	A-3-1 検出率 A-3-2 的中率	この指標を用いれば、的中率を設ける必要はありません。	
20	A-3-2 的中率	近接目視/自動検出では、値が大きいほど低性能ではないか。	
21	A-3-2 的中率	近接目視での記録漏れを当該技術で正しく検出できたひびわれを評価対象に加えるべき。	
22	A-4 損傷程度の評価区分の自動判別	画像上の損傷を見落とさなく抽出するために、画像上において異常の可能性を支援ロボットが警告する機能等の中間的な要求性能を設定してはどうか。	
23	A-4 正解率について	正確性が保証された近接目視による点検調書が用意できるかが問題。 Deep Learning に利用した教師データによっても結果は左右され、単に「正解率が大きい方が高性能」とは言えない。代替案として以下を提案。 「基準橋を設定し、正確性が保証された近接目視による点検調書を用意して、比較する。」 性能評価者複数により、概ね合致しているかどうかを審判する必要がある。	
24	A-4 損傷程度の評価区分の自動判別	「橋梁定期点検要領」における損傷程度の評価指標の自動判別が求められている。数年の期間での目標としてはハードルが高いのではないかと考える。	要求性能(案)に対するご意見とは異なると考えます。

道路橋点検記録作成支援ロボット技術の要求性能（案）に対する「ご意見」と「ご意見に対する考え方」

No.	項 目		ご 意 見	ご意見に対する考え方
25	B-1	作業時間比率(外業)	算出項目のイメージは。	ご意見を踏まえ、「A-3 損傷図の作成」以降につきまして、指標を見直します。 新たな指標につきましては、あらためて意見公募等によりご意見をいただきたいと考えます。
	B-2	作業時間比率(内業)		
26	C-1	コスト比率(外業)	部位と損傷種類でパッケージは独立して選択するのか、組み合わせを考慮するのか。	
	C-2	コスト比率(内業)		
27	B-2	作業時間比率(内業)	完全な損傷自動抽出は現状不可能で有り、点検記録を正しく残すには自動検出結果の修正が生じる。修正にかかる時間や修正の容易性が加味された評価が行われるべき。	
28	C-2	コスト比率(内業)	ロボットで撮影された膨大な量の写真から損傷図を作成する作業がかなりの工数を要するため、かえって不経済となる可能性がある。	
29	その他	点検記録作成支援ロボットに求められる機能	支援ロボットによる点検が2巡目以降に実施される場合、過年度点検における既存データをベースとして点検を実施し、損傷箇所の実進性を確認する方法が合理的かつ効率化となる。 この様な条件を前提に、点検記録作成支援ロボットに求められる機能を考える。 ○既存の損傷図データとのリンク機能 ○過年度点検と同じ損傷発生箇所での写真撮影(位置情報の取得) ○損傷の実進性の把握が可能な写真対比機能	今回の公募は、点検記録作成支援ロボット技術として、橋梁定期点検要領に基づき損傷の現状を客観的に評価することを支援する技術を対象としています。 点検記録作成支援ロボットを実際の点検業務に用いるとした場合、前回点検の点検記録がベースとなるのは人による点検の場合と同様と考えます。ご指摘の機能は、その際に有用な機能と考えられますが、今回の評価項目としては考えていません。
30	その他	全般	完成形までの間に中間的な要求性能を設定することは出来ないか	別紙ー2 評価指標(案)欄外注記(※)に記載しているとおり、精度は「橋梁定期点検要領」の損傷の種類別、対象部材のパッケージ別に指標値を算出することとしています。 なお、ご意見を鑑み、特にひび割れ幅の判読については、床版、床版以外のコンクリート部材、あるいはPCとRCの違いにより要求される性能が著しく異なることから、部材限定での適用を可能とするため、床版、PC、RCのパッケージを細分化しました。
31	その他	全般	技術者による点検の実施を前提とした現行の点検要領に適用するようにロボットの性能を規定する事については検討の余地があると思われる。	現行の橋梁定期点検要領による点検に係る点検記録作成支援ロボット技術についての評価指標(案)として作成したものです。
32	その他		検討にあたり、過年度の点検調書の貸与を合わせて検討頂きたい。	要求性能(案)に対するご意見とは異なると考えます。

ユースケース

道路橋点検記録作成の支援として、ロボット技術による撮影を行い、その画像を参考として写真台帳・損傷図等を作成する。

ユースケースの前提条件

- ・ 損傷写真の撮影：当該技術が取得した写真を使用
- ※ 各評価指標値を参考として、技術者がロボット技術の活用ケースや利用するロボット技術の選択を可能とすることを想定している。

評価項目			評価指標		性能評価
精度	A-1	損傷写真の撮影	点検員が当該技術により取得した写真等 ^{※1} に基づき、「損傷程度の評価 ^{※2} 」の評価区分を適切に判別できる精度を有しているか ※1 チョーキングが無い状態での損傷程度の評価区分の判別を想定 ※2 「橋梁定期点検要領(平成26年6月国土交通省道路局国道・防災課)」付録における損傷程度の評価区分に基づく	判読可能率 (近接目視で検出した損傷のうち、当該技術で記録した画像にて判読可能な損傷箇所数) / (近接目視で検出した損傷箇所数)	値が大きい方が高性能
	A-2	損傷写真の整理	当該技術で取得した写真に、写真番号、径間番号、部材名、要素番号、損傷の種類を自動で整理できる機能を有する。	機能の有無 損傷写真の整理機能の有無	有の方が高性能

※精度は、「橋梁定期点検要領」の損傷の種類①～⑥別、対象部材のパッケージ別に指標値を算出する。

※予め申請した適用条件(対象部材、対象作業、損傷の種類)の、試験・評価を行う。

意見公募時における評価項目(案)のうち、「精度：損傷図の作成 [A-3-1・A-3-2]、損傷程度の評価区分の自動判別[A-4]」、「効率性：作業時間比率(外業)[B-1]、作業時間比率(内業)[B-2]」及び「経済性：コスト比率(外業)[C-1]、コスト比率(内業)[C-2]」については、多数のご意見を踏まえて、今後見直しを行うことから、本評価指標(案)では設定しておりません。

今後、技術の進展状況を踏まえたうえで、評価指標(案)を再度検討し、あらためて意見公募を行う予定です。