THE INSTITUTE OF ELECTRONICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

TECHNICAL REPORT OF IEICE.

LIDAR ς Ǝщ , ŕ ώ ϒ υ ζ ǫ υ ےچ Ρ з ، Ы كم Ǐ ς ḧ ŭ щ ϒ ŋ ώ سح

ò ےچ ŭ Ṟ† ϒ ŭ ¸ †† g Ч ώ † Ы ¯ ж † ڭ Ь †

¯ Ы ¨ †††

† ώ ɔ ¸ ¡ ¸ ¡ Л ⁄ Ψ ¡ ą̃ ẓ Ψ ¸ 464–8601 ч ę̆ ą̃ ώ ɔ ⁻ n ˘ Ỷ ھ ئ
†† ώ ɔ ¸ ¡ ⁄ L ˘ ¸ 464–8601 ч ę̆ ą̃ ώ ɔ ⁻ n ˘ Ỷ ھ ئ
††† ϕ ⁱ ŋ ה B o J ، ¸ 448–8661 ч ę̆ ą̃ ʒ ج ⁻ ϟ ئ 1–1
E-mail: †tatebey@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp, ††ddeguchi@nagoya-u.jp,
†{kawanishi,ide,murase}@is.nagoya-u.ac.jp, † † †utsushi_sakai@denso.co.jp

K ˥ ξ φ " ےچ υ Ɑ̃ ς κ ν Ḡض ή ζ LIDAR ⸗ Ḥ B ، ЊΡ ϡ ے ϒ ŭ щ ےچ Ρ з ، Ы كم Ǐ ς λ K ν ώ سح ŭ щ ' كم Ǐ υ Ɑ ḥ ⊃ o ⸗ Ḥ υ̃ ئؤ ⊃ ϫ ŭ щ كم Ǐ ϫ ώ سح ή " ɔ ḏ ė ξ ´. ή ζ LIDAR B ، ЊϫK ν ےطw ή ζ ' δ υ Ω ª " كم Ǐ ϫ ےچ ˌ ϰ ‴ ϑ β щ ϊ o ξ ". υ ج ж Ρ з ، ЫΡ ϡ ے ϒ ŭ щ كم Ǐ ϫ ή ζ ⸗ ‴ Ǝщ ς̃ Ϯ ئؤ ρ , ŕ ώ ϒ Σ ƨ ےم ξ Θ щ ϊ o Σ ⸗ ₪ ά Ч ζ '
þ ، к ، Д LIDAR " , ŕ ώ ϒ " ےچ Ρ з ، Ы

A Preliminarily Study on Multi-Frames Features for LIDAR-Based Pedestrian Detection

Yoshiki TATEBE†, Daisuke DEGUCHI††, Yasutomo KAWANISHI†,

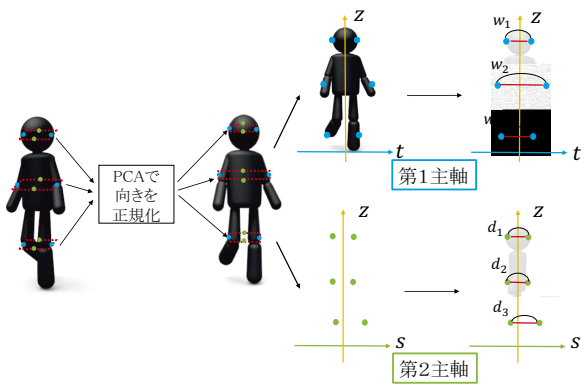
Ichiro IDE†, Hiroshi MURASE†, and Utsushi SAKAI†††

† Graduate School of Information Science, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464–8601 Japan
†† Information Strategy Office, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464–8601 Japan
††† DENSO CORPORATION

ς Κ Φ λ Ρ ρ ά Ч ν Π Ш " LIDAR υ Ḡ ض Β ، Нь ς ώ ΰ Ш ، ρ كم أ Σ غ ə ά Ч ν Κ Ш [3], [4] ‘ Kidono ϟ φ " γ υ ، ϯ υ ώ ϒ ϫ ه ο ή ν " ، ϯ υ ، ϖ Ρ ρ Ĭ ʎ ϫ ο ϟ Ξ Ш Є д ϯ Є كم أ ο ض ẽ ẽ ض ο υ ئۆ ھججي ς ḧ ΰ Ш كم أ ϫ غ ə ή ζ [3] ‘ Є д ϯ Є كم أ υ ي ϒ ` ʎ ϫ ˇ 1 ς ˝ ΰ ‘ ˇ Ρ ϟ ϑ Ρ Ш Ϡ Μ ς " LIDAR ς Ϡ κ ν Ḡ ض ά Ч ζ 3 ν ḿ ʎ ḢΗ ϫ ϗ ظ υ ϯ ά ξ ḥυ Ш ¥ Є д ϯ Є ˈ ς ή " ، ϯ υ ، ϖ Ρ ρ Ĭ ʎ ο ή ν Є д ϯ Є υ ھ ο ′ ، ϫ Ÿ ρ ϣ ‘ ϖ ζ " ھججي ς ẽ ẽ ض ο υ ئۆ ھججي Σ Ÿ ρ Ш Ï ο Ρ ϟ " ẽ ẽ ض ο υ ئۆ ھججي ς ḧ ΰ Ш كم أ φ ، ϯ ο ھججي ، ϯ ϫ ΰ Ш " ρ كم أ ο ρ Ш ‘ Ï Ч ϟ υ كم أ ϫ ˍ ϰ ‘‘‘ ϑ β ν Κ Ш Ï ο ς Ϡ Ш " γ ξ ھسر ق ض ھ ° ئۆ ڎ ρ ḿ ʎ Ηο ή ν Ḡ ض ά Ч ζ , ϯ υ ώ ϒ Ч ئۆ ϫ ū ʎ ά β Ш Ï ο ς Ϭ ϒ ή ν Κ Ш ‘ ή Ρ ή " ϟ Ш γ ξ ھججي ʎ ς ° ڎ ئۆ Σ ض Φ ρ Ш ʎ ‘‘‘ φ ώ ϒ Ч ئۆ Σ ض Κ ‘ ▬ g ϟ [4] φ " Ï υ Ϡ Μ ρ ض ° ئۆ ڎ ξ Ḡ ض ά Ч ζ , ϯ υ ώ ϒ Ч ئۆ ū ʎ ϫ ه ο ή " ض ° ئۆ ڎ ρ ḿ ʎ Η Ρ ϟ ς ù ╬ ھ ρ كم أ ϫ غ ə ή ν Κ Ш ‘ ă ğ ھ ς φ " Є д ϯ Є كم أ υ پ ڭ ϫ ο ή ν غ ə ή ν Κ Ш ‘ Є д ϯ Є كم أ υ پ ڭ υ ي ϒ ` ʎ ϫ ϰ υ ξ ϒ ϑ Ш ‘ ϖ α Kidono ϟ υ Є д ϯ Є كم أ ϫ Ÿ ρ ζ ή " ‚ ₣ ? ς ک ϟ Ч ζ Є д ϯ Є υ ذ ḥ ϫ ث ? ξ Ω ύ ‘ δ ή ν " δ υ ث ? ο ث ū Σ ρ ΰ ą ئۆ ϫ Є д ϯ Є كم أ υ پ ڭ ڭ ο ή ν Ÿ ρ Ш ‘ λ ϖ Ш " Є д ϯ Є ḥ υ پ ڭ ρ ھ ڭ ڭ Ḧ ḢΗ ϫ ο ϟ Ξ Ш Ï ο ξ " ، ϯ υ ، ϖ Ρ ρ ę ϫ ھ ḢΗ ΰ Ш كم أ ο ρ Ш ¥ ϰ " Ï υ كم أ ϫ Є д ϯ Є ḥ υ پ ڭ ڭ ο ۆ ύ ‘ ή Ρ ή " ‚ ₣ Ρ π υ ھججي ۆ φ ב ، ς ϖ Κ Ĭ ʎ ϫ ζ λ ζ ρ " ، ϯ ϫ Ḡ ض ή ζ ʎ ‘‘‘ ο ή ζ ʎ Σ ک ϟ Ч Ш ‘ δ υ ζ ρ " δ Ч ϟ υ ھججي ۆ ς ή ν υ ώ ϒ Ч ئۆ φ ʒ س ο ή ν ض Κ ‘ ϖ ζ " ▬ g ϟ Σ ھججي ۆ ς ή ν υ ώ ϒ Ч ئۆ φ ʒ س ο ή ν ض Κ ‘ ϖ ζ " ▬ g ϟ Σ غ ə ΰ Ш كم أ φ " ΰ ϑ ν Θ Ш ϒ ḥ ¥ Ρ ϑ ، Ы ˈ υ ʎ υ ϰ Ρ ϟ ي ϒ ΰ Ш كم أ ξ Θ Ш " Ω ΰ ʎ ϫ ˈ ξ Τ ν Κ ρ Κ ‘ ḿ ḢΗ υ Ω ḥ ⊃ ϫ Κ Ш Ï ο ξ " Ĭ ʎ Σ ⊃ ΰ Ш ، ϯ ο Ĭ ʎ Σ ⊃ ή ρ Κ F ‚ ₣ υ Ϡ Μ ρ ھججي ۆ φ Ÿ ξ Τ Ш ϩ ھ ϩ υ Σ Θ Ш ‘ ´ ς " ھججي υ Ρ ϑ ، Ы υ ḿ ʎ Η ϫ ΰ Ш Ï ο ξ " ϒ Ш ʎ ↕ ρ ھججي υ ʎ Σ ھ Ж ξ Τ Ш ‘ ⌉ ξ φ " Ï υ Ϡ Μ ρ Ω ΰ ʎ ϫ ΰ Ш Ï ο ξ ض ° ئۆ ڎ ξ Ḡ ض ά Ч ζ , ϯ υ ώ ϒ ϫ ر ΰ Ш ` ϫ ώ ھ ή ζ Ω ª ϫ ⌉ ΰ Ш ‘

2. r LIDAR 2

` ξ φ " LIDAR Β ، Нь υ Ω ΰ ʎ ΰ Ш ζ ρ ς " 2 λ υ ϭ ϯ Β ϭ ϫ غ ə ΰ Ш ‘ 1 λ φ " كم أ υ Ω ḥ ⊃ ϫ ο ϟ Ξ Ш ς υ ξ Θ Ш ‘ ⁎ ض ς " ، ϯ υ ȳ ھج ئۆ ھج Ш LIDAR ϫ ھج ∂ ή ζ ˈ υ ȳ ھج ئۆ υ Σ ھ Κ ο – Ξ ϟ Ч Ш ‘ δ υ ζ ρ " ، ϯ ς ū Ρ κ ν ˈ Σ ، ΰ Ш ο Τ " ˈ φ ، ϯ ς ϒ ، ς ΰ μ Κ ν Κ Φ ‘ ϖ ζ " LIDAR υ 3 ν ḿ ʎ ḢΗ ، Нь φ " ϟ Ш ΰ Κ ϖ Ρ ϟ ي ک ή ζ Β ، Нь υ Σ ئۆ ξ Θ Ш ‘ λ ϖ Ш " ΰ ή Κ Ρ ϑ ، Ы Ρ ϟ ک ζ ک ي ΄ Υ π ˜ ئۆ Σ ϖ ϖ ο – Ξ ϟ Ч Ш ‘ 2 λ φ " ھججي Ρ ϑ ، Ы υ ھ ‘‘‘ ς Ϡ Ш ʎ Η υ ئۆ ⊃ ξ Θ Ш ‘ ⁎ ض ς " LIDAR υ LASER ī Σ ج ζ Ш ˈ ⊥ φ " ھججي ξ Θ κ ν ς ϰ Ρ ϑ ، Ы ξ Ÿ ρ Ш ‘ δ υ ζ ρ " ھججي Ρ ϑ ، Ы υ ḿ ʎ Η ϫ ڭ ‘‘‘ ϑ β ή ν ˜ τ ‘‘‘ ϑ β Ш Ï ο ς Ϡ Ш " ⊥ ↕ ρ كم أ Σ ک ϟ Ч Ш ο – Ξ ϟ Ч Ш ‘ λ ϖ Ш " ھججي Ρ ϑ ، Ы υ ḿ ʎ Η ϫ ˜ τ ν كم أ ي ϒ ς Κ Ш Ï ο ξ " æ ھ ή ν ⊥ ↕ ρ كم أ ϫ ک ϟ Ч Ш ο ن ي ξ Τ



ˇ 1 Є д ϯ Є كم أ υ ي ϒ ` ʎ

Ш ‘ ʎ Ṛ υ 2 λ υ ϭ ϯ Β ϭ ς ḿ μ Κ ν ھججي υ Ρ ϑ ، Ы Ρ ϟ كم أ ϫ ي ϒ ΰ Ш Ï ο ξ " Ω ΰ ʎ ϫ ˈ Ρ ή ζ ض ° ئۆ LIDAR Ρ ϟ υ ، ϯ ώ ϒ ϫ ‘ ھججي υ Ρ ϑ ، Ы Ρ ϟ كم أ ϫ ي ϒ ΰ Ш ğ ğ ھ ρ ς λ Κ ν φ " 2.3 ʊ ξ ϒ ϑ Ш ‘

2.1

غ ə ` υ ʎ ` ʎ ϫ ˇ 2 ς ˝ ΰ ‘ غ ə ` φ " ذ ς ، ϯ ώ ϒ ς ▬ ΰ Ш ι Ḿ ϫ ھ ΰ Ш ι ` ϫ χ ο " Ḡ ض ή ζ LIDAR Β ، Нь Ρ ϟ ، ϯ ϫ ώ ϒ ΰ Ш ώ ϒ ϫ χ υ 2 ϫ χ ς ھججي Ρ ϑ Ш ‘

ι ` ϫ χ ξ φ " ι ` υ ḿ ʎ Η ϫ Κ ν ، ϯ ι Ḿ ϫ ھ ΰ Ш ‘ ϖ α " ι ` υ ḿ ʎ Η ο ή ν " ، ϯ ḿ ʎ Η ¥ Positive Sample ˈ ο ھججي ، ϯ ḿ ʎ Η ¥ Negative Sample ˈ ϫ Θ ΰ Ш ‘ Ï ϑ ϒ υ ι ` ḿ ʎ Η φ " ⊃ ḍ ė ξ ύ ض ή ζ LIDAR Β ، Нь ς ώ ή ν Ogawa ϟ υ [5] ھججي ۆ ώ ϒ ˈ خ ʊ ϭ ϫ Ϡ e S Ы ϫ ن ή " ک ϟ Ч ζ ϰ ھججي ۆ ς ώ ή ν ο ` ξ ، ϯ Ρ ھججي ، ϯ Ρ υ Д Φ ϫ ھججي Ψ ϫ ΰ Ш Ï ο ξ ک ϟ Ч Ш ‘ ν ς " ھججي ϫ خ ʊ ή ν ک ϟ Ч ζ ⁎ υ ḿ ʎ Η ϫ 1 λ υ ī ḿ ʎ Η ő ο ή " ī ḿ ʎ Η ő ئر ξ ڢ ΰ Ш ھججي υ Ρ ϑ ، Ы Ρ ϟ 2.3 ʊ ξ ϒ ϑ Ш ī ʎ F ھ ض ḥ ھ كم أ υ ρ π υ كم أ ϫ ي ϒ ΰ Ш ‘ ® ή ς " Ï Ч ϟ υ كم أ ϫ Κ ν ، ϯ ھججي ، ϯ ϫ ι ΰ Ш ι Ḿ ϫ ΰ Ш ‘ ι Ḿ ς φ " ⁎ ض ς ī Κ ھ ι ḥ ھ ϫ ζ λ ο ά Ч ν Κ Ш ϑ ، И ж SVM ι Ḿ ϫ Κ Ш ‘

ώ ϒ ϫ χ ξ φ " LIDAR Ρ ϟ ک ϟ Ч Ш 3 ν ḿ ʎ Η Β ، Нь ς ή ν " ι ` ϫ χ ο ع ς ھججي ۆ ώ ϒ ο خ ʊ ϭ ϫ Ϡ e S Ы [5] ϫ ن ή " ھججي ۆ ḿ ʎ Η ϫ ي ϒ ή ī ḿ ʎ Η ő ο ΰ Ш ‘ ν ς " ī ḿ ʎ Η ő Ρ ϟ ι ` ϫ χ ο ع ς كم أ ϫ ي ϒ ΰ Ш ‘ ® ή ς " Ï Ч ϟ υ كم أ ϫ ι ` ϫ χ ξ ھ ή ζ ι Ḿ ς ک ΰ Ш Ï ο ξ " ، ϯ ī ḿ ʎ Η Σ ، ϯ ξ Θ Ш Ρ ص Ρ ϫ ι ή " ώ ϒ Ω ª ο ΰ Ш ‘ ⌉ ξ φ " ι ` ϫ χ ξ φ ο ` ς Ϡ Ш д Φ ϫ ھججي Ψ ϖ ξ " ώ ϒ ϫ χ ξ φ ھججي ۆ ώ ϒ ˈ خ ʊ ϖ ξ φ Ṇ ⊆ ` ς Ϡ Ш Ṇ ς ʎ ά Ч ζ Β ، Нь ϫ Κ " كم أ ي ϒ υ ھججي ξ ĭ ή Κ ` ϫ غ ə ΰ Ш ‘

2.2

` ξ φ " ھججي υ Ρ ϑ ، Ы ς κ ν Ḡ ض ή ζ ī ḿ ʎ Η ő ۆ υ ڢ ΰ Ш Μ Ρ ϑ ، Ы Ρ ϟ كم أ ϫ ي ϒ ή " δ Ч ϫ ι ς Κ Ш Ï ο ξ ، ϯ ώ ϒ ϫ ‘ ϖ " ھججي Ρ ϑ ، Ы Ρ ϟ ي ϒ ή ζ كم أ ϫ ھججي Ρ ϑ ، Ы كم أ ο ض ύ ‘ ھججي Ρ ϑ ، Ы Ρ ϟ كم أ ϫ ي ϒ ΰ Ш ḿ ʎ Η ο ή ν φ " ή Ξ Ш ḿ ʎ Η υ ئۆ υ ژ ϑ ς ϑ Ξ " Ρ ϑ ، Ы ḥ υ ⊃ ϫ كم أ ο ή ν ھ ḢΗ ΰ Ш

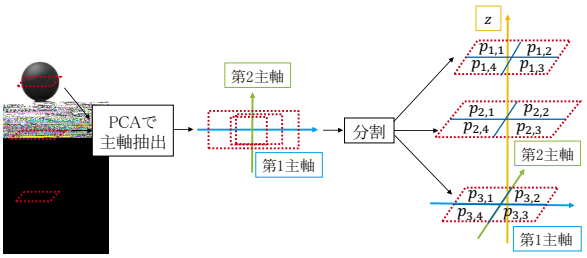


図 4 ボクセル分割の例（$L = 3$）

- 特徴量 $f_6 \sim f_8$

ボクセルを用いた特徴量は，PCA で主軸抽出した第 1 主軸，第 2 主軸，第 3 主軸の方向に，ボクセルを L 分割した領域内の点群の分布を表す．

a) 第 1 主軸方向 f_5

第 1 主軸方向の特徴量は，第 1 主軸方向に L 分割した領域内の点群の分布を表す．$l = 1, 2, \cdots, L$ 番目の領域内の点群の分布を表す．c_l を $l = 1, 2, \cdots, L$ 番目の領域内の点群の分布を表す．第 1 主軸方向の特徴量は，$l = 1, 2, \cdots, L$ 番目の領域内の点群の分布を表す．α_l を $l = 1, 2, \cdots, L$ 番目の領域内の点群の分布を表す．

$$\alpha_l = \frac{c_l}{\sum_{l=1}^{L} c_l} \tag{2}$$

第 1 主軸方向の特徴量は，α_l を $l = 1, 2, \cdots, L$ 番目の領域内の点群の分布を表す．L 番目の領域内の点群の分布を表す．

$$f_5 = \{\alpha_1, \cdots, \alpha_l, \cdots, \alpha_L\}$$

b) 特徴量 $f_6 \sim f_8$

特徴量は，第 1 主軸方向に L 分割した領域内の点群の分布を表す．$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \beta_{l,3}, \beta_{l,4}$ を $l = 1, 2, \cdots, L$ 番目の領域内の点群の分布を表す．

$$f_i = \{\beta_{1,1}, \beta_{1,2}, \beta_{1,3}, \beta_{1,4}, \cdots, \beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \beta_{l,3}, \beta_{l,4}, \cdots, \beta_{L,1}, \beta_{L,2}, \beta_{L,3}, \beta_{L,4}\} \ (i = 6, 7, 8)$$

2.4

表 2 学習データ数

	学習データ数 L			
	$L = 3$	$L = 4$	$L = 5$	$L = 6$
正例	1,002	5,269	6,934	8,189
負例	5,726	5,904	7,236	13,535

表 3 特徴量一覧

特徴量		次元数
f_9	重心	$2L$
f_{10}	重心間距離	$4(L-1)$
f_{11}	第 1 主軸方向の重心間距離	1
f_{12}	第 2 主軸方向の重心間距離	1
f_{13}	第 3 主軸方向の重心間距離	1
f_{14}	第 1 主軸方向の重心間距離	1

表 4 評価値

	評価値	第 1 主軸方向	第 2 主軸方向
$f_1 \sim f_4$	✓		
$f_5 \sim f_8$	✓		✓
$f_9 \sim f_{14}$		✓	✓

3. 評価

3.1

実験に用いる点群は，LIDAR を用いて取得した．実験に用いる点群は，Ogawa 等 [5] の方法で，実験に用いる点群は，実験に用いる点群は，実験に用いる点群は

ططط 6 Ϭ д ŧ o ξ " ρ كم أ o δ υ Ⅵ ž

Ⅵ ž	Ϭ д ŧ o L			
	3	4	5	6
1	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ ž ŭ ʒ˜ ở	õ \ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	õ \ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ
2	سرؤپ ططط	سرؤپ ططط	Є д ŧ Є كم أ ŭ ʒ˜ ở	Є д ŧ Є ḥ ŭ پ ؤ ʒ ں ŭ ʒ˜ ở
3	õ \ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	Є д ŧ Є ḥ ŭ پ ؤ ʒ ں ŭ ʒ˜ ở	Є д ŧ Є كم أ ŭ ʒ˜ ở
4	Є д ŧ Є ḥ ŭ پ ؤ ʒ ں ŭ ʒ˜ ở	õ \ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	سرؤپ ططط	سرؤپ ططط
5	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ⍹ ŭ ʒ˜ ở	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ở	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ ž ŭ ʒ˜ ở	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ
6	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ở	Є д ŧ Є كم أ ŭ ʒ˜ ở	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ở
7	Є д ŧ Є كم أ ŭ ʒ˜ ở	Є д ŧ Є ḥ ŭ پ ؤ ʒ ں ŭ ʒ˜ ở	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ở	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ⍹ ŭ ʒ˜ ở
8	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ ž ŭ ʒ˜ ở	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ⍹ ŭ ʒ˜ ở	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ⍹ ŭ ʒ˜ ở	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ ž ŭ ʒ˜ ở

ططط 7 Ϭ д ŧ o ξ " ρ كم أ o δ υ Ⅵ ž ¥ كم أ υ ˘ ا

˘	أ كم	Ϭ д ŧ o L				ở
		3	4	5	6	
ĭ ⅄	سرؤپ ططط	2	2	4	4	3.0
	Є д ŧ Є ḥ ŭ پ ؤ ʒ ں ŭ ʒ˜ ở	4	7	3	2	4.0
	Є д ŧ Є كم أ ŭ ʒ˜ ở	7	6	2	3	4.5
⍲ ẽ	õ \ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	3	4	1	1	2.3
	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	1	3	6	5	3.8
	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ ž ŭ ʒ˜ ở	8	1	5	8	5.5
	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ở	6	5	7	6	6.0
	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ⍹ ŭ ʒ˜ ở	5	8	8	7	7.0

ططط 8 Ϭ д ŧ o ξ " ρ كم أ o δ υ Ⅵ ž ¥ ϭ ŧ B ϭ ا

˘	أ كم	Ϭ д ŧ o L				ở
		3	4	5	6	
⊃	Є д ŧ Є ḥ ŭ پ ؤ ʒ ں ŭ ʒ˜ ở	4	7	3	2	4.0
	Є д ŧ Є كم أ ŭ ʒ˜ ở	7	6	2	3	4.5
	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ ž ŭ ʒ˜ ở	8	1	5	8	5.5
	Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ⍹ ŭ ʒ˜ ở	5	8	8	7	7.0
ŭ	õ \ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	3	4	1	1	2.3
	سرؤپ ططط	2	2	4	4	3.0
	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ℗ ŭ ẹ ŷ	1	3	6	5	3.8
	õ \ Ɜ ŕ ⊃ ⍲ ẽ ŧ ŭ ở	6	5	7	6	6.0

Ϭ д ŧ o Σ ڳ Φ ρ ш ς λ Ч ν ⅄ ‡ ρ ĭ ⅄ Σ Ḡ ض ξ T ш Ɜ M ς ρ ш " ĭ ⅄ كم أ υ˜ ŭ Σ ĭ Φ ρ κ ζ o – Ξ ⅃ Ч ш ‘

ϖ ζ " ĭ ⅄ كم أ o ⍲ كم ⍲ υ Σ K α Ч υ Ϭ д ŧ o ς Π K ν ς 2 ž ϖ ξ ς ت ث ά Ч ζ ζ ρ " ĭ ⅄ كم أ o ⍲ كم ⍲ υ Σ K α Ч ς , ŧ υ ⁱ ς˜ ξ Θ ш ï o ⅄ ɣ ⍲ ή ζ ‘ ĭ ⅄ υ ɣ ξ φ F ₋ o K κ ζ , ŧ o ĭ ⅄ Σ ⅆ ζ ش , ŧ ⍲ ŭ o υ ⁱ Σ ت ή K ‘ ⁎ " ⍲ كم ⍲ υ ɣ ξ φ , ŧ υ ⍲ υ ⊃ υ ỏ ⅄ ẽ Φ ˘ Ψ ш ‘ ï Ч ⅃ υ ï o ⅄ ح ϖ Ξ ш o " ĭ ⅄ كم أ o ⍲ كم ⍲ υ ⅄ Ã ς ▬ ŭ ш ï o ξ " پ ˽ υ ⍲ ⅄ ρ ‴ ɜ β ш ï o Σ ξ T " Ω ᴬ o ή ν ⍲ ب υ ⅄ ς λ ρ Σ κ ζ o – Ξ ⅃ Ч ш ‘

ν ς " ϱ Ύ π o عم ς ططط 6 ⅄ ϭ ŧ B ϭ ς ϖ o ρ ζ ς υ ⅄ ططط 8 ς ⁼ ŭ ‘ ⍲ كم ⍲ υ كم أ η Ψ ς ، ŭ ш o " õ \ كم أ υ \ ⅄ ž Σ ʒ˜ ở كم أ υ \ ⅄ Ɜ ш ς ⍲ ح ؤپ ς ĭ K ï o Σ ⍲ پ P ш ‘ ï υ ʔ H ū φ " كم أ υ Ϭ ḥ ⊃ ⅄ o ⅃ Ξ ш ϭ ŧ B ϭ Ɜ ш ς " ⍲ H υ ĭ ŭ ⊃ υ ϭ ŧ B ϭ υ Σ " ᴬ ح ξ Θ κ ζ ï o ⅄ ⁼ ₪ ή ν K ш ‘ ĭ ξ ▬ ή ν K ش ض ° ŭ ŭ LIDAR φ " 10 fps o K M س ط ĭ K ح ŭ ŭ ξ Ḡ ض Σ ϱ ⍲ ح ξ Θ ш ‘ ĭ ξ كم أ ⍲ ⅃ ĭ ⅄ , κ ζ 3 P ɜ ، Ы o K M ى Й ξ φ , ŧ υ ج T Σ ش ⅄ ς Ч ά K ï o Σ – Ξ ⅃ Ч ш ζ ρ " كم أ υ Ϭ ḥ ⊃ ⅄ o ⅃ Ξ ш ϭ ŧ B ϭ φ پ ؤ ح ς Ä ν " ᴬ Σ Ч ά P κ ζ o – Ξ ⅃ Ч ш ‘

5. b

ĭ ξ φ " ض ° ŭ ŭ LIDAR ⅄ K ζ , ŧ ώ ⅃ υ ζ ρ υ پ P ɜ ، Ы كم أ ⅄ ώ س ح ή " Ω ᴬ υ پ ح ρ ⅄ , κ ζ ‘ ά ŏ ح ς φ " ض ° ŭ ρ , ŧ ⅄ Ч ŭ Φ ώ ⅃ ŭ ш ζ ρ ς " پ υ Ϭ ĭ ς κ ν ح پ ح ς Ḡ ض ή ζ ⍲ H υ ⅄ ⅄ ⁼ ɣ " ɜ β ν ⍲ H υ ° ŭ ŭ ĭ ρ ш o o ς ς " ⍲ H υ Ϭ ḥ ح ρ ⊃ ⅄ o ⅃ Ξ ش پ P ɜ ، Ы كم أ ⅄ ع ə ή ζ ‘ δ ή ν " LIDAR ς Ɜ ش ض ά Ч ζ B ، Ь ⅄ Ϭ д ŧ o ς پ ⁱ ή ν ⁱ Ḿ ⅄ ¡ ` ή " , ŧ ώ ⅃ ⅄ , κ ζ ‘ ɔ ḍ ė ξ ´ ή ζ B ، Ь ⅄ K ζ ɔ ḥ ς Ɜ ش " غ ə ŭ ش كم أ ⅄ پ P K ش ï o ξ ". υ ج ⁼ P ɜ ، Ы P ⅃ پ ⅃ ŭ ش كم أ Ɜ ش ς ĭ K Ч ŭ ξ ⁱ Σ ϱ ح ξ Θ ش ï o ⅄ ɣ ح ή ζ ‘ ϖ ζ " ɣ كم أ υ ⍲ ح ū ⅄ ϭ υ M ŭ ŭ پ ح ρ ς , K " غ ə ή ζ 2 λ υ ϭ ŧ B ϭ υ M θ " ⍲ H υ ĭ ŭ ⊃ Σ " ᴬ ح ξ Θ ش ï o ς ɣ ح ή ζ ‘ ₆ ή υ ᵒ پ o ή ν φ " ج ⁼ P ɜ ، Ы كم أ o υ ⅄ – ή ζ ⁱ ` υ ⅄ F " Partial AUC ⅄ ή ζ ⁱ Ḿ υ ح " كم أ ¡ ` υ ن ρ π Σ ⍝ Ω ⅃ Ч ش ‘ ŭ ↑ ʷ ŏ ẓ υ ⁼ پ φ " Ψ ¡ ŏ ẓ ح ⅄ ⅃ ⅄ ς Ɜ ش ‘

وسلم ŏ

[1] ŭ ♦ ̣ "“ Ϭ 27 ير ŭ ŭ ŧ ⍝ ⍝ Ω ♀ ŧ ططط ς λ K ν " ‘ http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Pdfdl.do?sinfid=000031358275, Jan. 2016. (2016/06/22 ⍦ ⅄) ‘

[2] ŭ ♦ ̣ " " “ ŧ ŧ ⍝ Ω م ŭ ⅄ Ϭ 27 ير 11 Ω ا " ‘ http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Pdfdl.do?sinfid=000031353144, Dec. 2015. (2016/06/22 ⍦ ⅄) ‘

[3] K. Kidono, T. Miyasaka, A. Watanabe, T. Naito, and J. Miura, “Pedestrian recognition using high-definition LIDAR,” Proc. 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.405–410, June 2011.

[4] ⁼ g ر ŧ " ⅃ ŭ ŭ " ŧ ` ⁼ " ⁼ ⅃ Ϭ " ⍦ ^ " ` ŧ ططط " “ ض ° ŭ ŭ LIDAR ⅄ K ζ , ŧ ώ ⅃ υ ζ ρ υ كم أ ς ĥ ŭ ش ώ س ح " ŏ ¡ Ṣ " 2014-PRMU-55 " Oct. 2014 ‘

[5] T. Ogawa, H. Sakai, Y. Suzuki, K. Takagi, and K. Morikawa, “Pedestrian detection and tracking using in-vehicle LIDAR for automotive application,” Proc. 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.734–739, June 2011.