ØFþ5 G ÜFáG"/œFúFÖFãFøFûG G H Ç / è ¥Fþ!Õ ;GTG•GeGzGŠGVFø › m úG · 8 Ã/õ8• æFøFþ%&4* ØFÿ
Fþ s8jG" š DFéG H DP GlGQGOG•G>G"#ÝFÔFö'ì H ØD R'',I'' Fÿ
W 4H H?H FûH G"#ÝFÔFö ØFþ5 G ÜFáG"/œFúFó
Fï [G"&gFéH Ø#ì @ pFþ*ü Fø Ç /FøFþ Ø jFÜ H
G G Â& FûFúFóFöFÔG FãFøFÜG FÛG H
3.2.2. 空間の絞り込み
FþG FÖFû'ì FéG H FãFãF H FÿFíG FîG g!·(Ô 4
· 88• æFþG G"*ƒ ÖFéG FïG FûH GcGzGŠGn6ë j (Fø ° Š(Ô 4Fþ(Ô 46 H FÿGTG•GeGzGŠGV
Fþ'ì G"/œFúFÖH g!·(Ô 4FûFÚFáG H GcGzGŠGn6ë j (FøFÒG · 88• æ Ã/õFþ%&4* ØH FÿDP GlGQGOG•G>Fþ
R''Fþ ÍFÿH) 2°6×F÷FÒG %&4* Ø FÿH

H2H

FþG FÖFû'ì FéG H FãFãG FûG G H !Õ ;FÜ ·FÔFöFÔG 'à H4H
dFþG FÛG ÍG" "G FãFøFÜF÷FÒG G H *ü G Ç /
Fþ ØFÿ Ø(FúFùFþ Ø3¶#" CFûG G š ìFéG FïG H
GcGzGŠGn6ë j (ÍG"GcGzGŠGnFäFøFÔFû (S 1 Fû FþG FÖFû'ì FéG H GTG•GeGzGŠGVFøFçFö1 1‘ #.Fû H
† = ìFé G H FãFþ(Ô 4FÛGmH úG · 88• æFþG G" · 8 Ã/õ8• æFþ kGcGzGŠGn6ë j (Fþ%&4* ØFÿ
ì'56ë$×Fû)G FçH GTG•GeGzGŠGVFøFçFö1 1‘ #.Fû

$$d(R''^{(j)}, I''^{(k)}) = \sum_{n=1}^{N} (R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n} - I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n})^2$$

#ÝFÔG H H5H

$$= \sum_{n=1}^{N} (R''^{(j)2}_{\boldsymbol{x}_n} - 2R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n} I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n} + I''^{(k)2}_{\boldsymbol{x}'_n})$$

3.3. 認識処理
3.3.1. 人体領域による大きさの正規化
g!·(Ô 4 v “ ìFø ° Š(Ô 4 v “ ìF÷GIG•GCFÛG Ç
/G F÷Fþ2¥7³FÜ$ FúG œH v “F÷FÝG Ø#ì @ V
Fþ Ç /8• æFþ ±FÝFåFÜ š ìFéG H FíFþFïG H Ç /8• Fø *OFéG H FãFþFøFÝH 88• æFþ)r#ì(ò XF÷FÒ
æG" ö =FøFçFö ° Š(Ô 4G'"56ë ‰ ¥Fû Ñ)°FéG H g G H° Š(Ô 4Fø g!·(Ô 4Fÿ (S 1 Fû† = ìFåG FöFÔ
!·(Ô 4Fû šG Fö Ç /8• æFÜ `FåFÔ œFÿH G^G2G;GsG FïG H ' H5H FÿGcGzGŠGn6ë Fþ G 0d ì %&« %&
GŠGaGQG=G6ë FÔFö ° Š(Ô 4G" Ñ ±FéG H g!·(Ô $S(R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n}, I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n})$ G"#ÝFÔFöH
4Fû šG Fö Ç /8• æFÜ ±FÝFÔ œFÿH Š(Ô 4G"

$$d(R''^{(j)}, I''^{(k)}) = 2(1 - S(R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n}, I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n}))$$

H6H

(Fú ±FÝFåFû Ñ ±FçFöFÛG GNG4G•GCG•GeGxG•G>FéG
FãFøF÷H % $×Fþ ±FÝFåFû)° `FéG H FãG FûG G H)F ò š gF÷FÝG H FãFþFøFÝH G0d ì%& « $R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n}$ %& $I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n}$
Fû$Î#ÕFéG G6G2GxG0GEG•G>G" š DFéG H FÿH
3.3.2. テンプレートマッチング
GTG•GeGzGŠGVGlGQGOG•G>Fÿ è WFþ m8pF÷/œFúFÖH

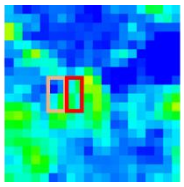
$$S(R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n}, I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n}) = \frac{\sum_{n=1}^{N} R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n} I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{N} (R''^{(j)}_{\boldsymbol{x}_n})^2 \times \sum_{n=1}^{N} (I''^{(k)}_{\boldsymbol{x}'_n})^2}}$$

H7H

1. ° Š(Ô 4 FþGcGzGŠGn6ë j () FÛG 0 XFþ ·
88• æ Ã/õG")G FéH
2.)G FçFï · 88• æ Ã/õFøGTG•GeGzGŠGVFþ%&4*
ØG"FíG FîG 'ì FéG H FþG FÖFû0£'ìFéG H
3. 'ì FçFï%&4* ØFþFÖFñ qG `FåFÔG FþFÜH FçFÝFÔ
Í è WF÷FÒG G m úG · 8FøFçFö1 1‘FéG H m úG · 8 è
° Š(Ô 4Fû PFçFöH g!·(Ô 4Fø]Fû ØFþ5 G 0Ž Ò'FG" ° Š(Ô 4 VF÷ 10 GcGzGŠGnFêFôFêG FçFú
ÜFáFøGcGzGŠGn6ë j (Fþ'ì G"/œFúFÖH ° Š(Ô FÜG m úG · 81 1‘G"/œFúFÖFãFøF÷H m úG · 8G" è
4FûFÚFáG m úG · 88• æG" g!·]Fû)G FçFï FéG H
FÔH FçFÛFçH ° Š(Ô 4FûFÚFáG · 88• æFþ)*(Fÿ (FÒG ° Š …!tFûFÚFÔFö m úG · 8Fþ1 1‘G"/œFúFÖ
FÛG FúFÔH FíFþFïG H g!·(Ô 4FûFÚFáG H Ç /8• æFûœH tG" !lFøFçFö(Ô 46FÜH 10 FÛG+10 G F÷Fþ
PFéG · 88• æFþ%& P)*(Fû öFõFÔFöH FíFþ Ø3¶ 21 ¶Fþ0Ž Ò'FF÷ ° Š(Ô 4G")G FéH)G FçFï °
FÛG 0 XFþ · 88• æ Ã/õG")G FéH

/² 2 1 1‘ 9,) ÝH ¹ ’1 1‘"áH

			GUGŠGMGIGQGVG>G			
	'56ë	Ø	A	B	C	²Fö
f L	F	F	0.75	**0.79**	**0.91**	**0.81**
š3QH G0I	F		**0.79**	0.77	0.87	0.80
š3QH G2		F	0.75	0.70	0.84	0.75
š3QH G4			0.77	0.74	0.87	0.78
š3QH G6HÐFT			0.62	0.59	0.59	0.60



HaH •0i œ#ì @ HbH) G 3¸G S ‹F÷Fþ› 88• æ W7 ØFþ) G 3¸G FÜ w F÷FÒFóFï [

$$C = \frac{\mathrm{TP}}{\mathrm{TP} + \mathrm{FP}} \qquad \text{H8H}$$

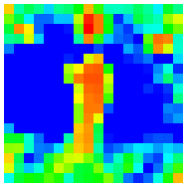
Fø *OFçFïH FãFãTFPHFÿ m úG · 8G" GFçFß m úG · 8FøFçFö1 1‘FçFï(Ô 4 XHFPFÿ m úG · 8 è ¥G" m úG · 8FøFçFö1 1‘FçFöFçG FóFï(Ô 4 XFøFçFïH

5.3. 結果および考察

9,) ÝG"/² 2 Fû&gFéH FãG FÿH ›G>GyGŠGeFûFÜ FáG 1 1‘"áFþ ¹ ’G"&gFçFöFÔG H /²G G H f L m 2FÜ qG (- ØFÜ, FÔFãFøFÜG FÛFóFïH G>GyGŠGeFøB Fþ) ÝG G H '56ëFþ) G 3¸G FÜ"I Fû w F÷FÒG FãFøFÜ (FÛFóFïH 2e ¥)zGIG•GCG0GzG2F÷ Ü sFçFï Ø#ì @FûFÿH !Õ ; è ¥FûG ¥¼Fþ ,G FÞ FúFùFÛG Ø š ìFÜ#ÕGeFïG H 8 –FûG\G2GHFþ s8j FÜ ±FÝFÔH FíFþFïG H m úG · 88• æFþG Fû'56ëG") G 3¸G#FðFãFøF÷H G\G2GHFþ s8jG" P öF÷FÝFïFø*ƒFØG G G H G FïH G ¦ [Fþ%&4* ØFÜ `FåFßFúFóFöFÔFïFãFø FÛG Hm úG · 8FøFíG è ¥Fþ · 8 G" (7³FçG FéFßFú FóFïFø*ƒFØG G G H

Ø Fþ) G 3¸G FÿH '56ëFþ) G 3¸G Fø) G œG Fë G FãFøF÷ w öG"& 1 FçFH56ëFþ) G 3¸G FûFÚFÔFö ° Š(Ô 4Fþ · 88• æG" ô FéG 7•FûH ØFþ) G 3¸ G G"/œFúFÖFãFøF÷ GFçFß ô F÷FÝG G FÖFûFúFóFïH FãG FÿH Ç / Ø Ø3¶ Fþ ØFû5 G ÜFáG"FçFö /ÇG" I 1*FçFïFãFøF÷H ÚFþ!Õ ;Fþ s8jG" š DF÷FÝFïFïG Fø*ƒ FØG G G W7 Fû ØFþ) G 3¸G FÜ w F÷FÒFóFï [G" &gFéH WG G H ØFþ) G 3¸G G"/œFúG FúFÛFóFï FÿH *ü Fþ Ç / ØFû3ÆFÔ'à dFû · 8)*(FÜ ô FåG FöFçG FóFïH FçFÛFçH ØFþ) G 3¸G G"/œFúFóFï

HaH •0i œ#ì @



HaH ØFþ) G 3¸G S HaH ØFþ) G 3¸G ‹ W8 ØFþ) G 3¸G FÜ w F÷FÿFúFÛFóFï [

) ÝH GFçFß Ç /Fþ+N4Š (Fû · 88• æFÜ ô FåG FöFÔG FãFøFÜ (FÛG H FãG FÿH Ç / Ø Ü3ÆFþ Ø š ìFþ s8jFÜ ±FÝFßFúFóFïFïG Fø*ƒFØG G G H G FïH ØFþ) G 3¸G FÜ w F÷FÿFúFÛFóFïG [Ñ ~FçFïHW 8 Fû ØFþ) G 3¸G FÜ w F÷FÿFúFÛFóFï [G"&gFéH W8HaH F÷FÿFÇ"@Fþ+NFÜ0{ F÷FÝG FÜH W 8HbH F÷Fÿ+NFþ0{ FÜ T7´FûFúFóFöFÔG H FãG FÿH 0{ *…Fþ+ /Fþ ØFø+NFþ ØFþ jFÜH ÚFþ0{ *…Fû šG Fö ±FÝFÛFóFïFãFøFÜ N IFðFø*ƒFØG G G H +N Fþ+ /Fû PFéG %& P ØFÜ *FÛFóFïFïG H ØFþ) G 3¸G FûG FóFö+NFÜ*ü Fû3ÆFÔ ØFøFúFóFöFçG FÔH 1 1‘F÷FÝFúFßFúFóFïFø*ƒFØG G G H š3QH G6HÐFT Fourier š nG"#ÝFÔGm 2FÿH › #ì(ò ÍFûFÚFáG ì(Ô 4 š ìFû PFéG Ø ‡ öFû%T% FçFöFÔG H FçFÛFçH 2e ¥)zGIG•GCG0GzG2FÜ v “FéG Ø#ì @FÿG\G2GHFþ s8jFÜ ±FÝFÔH FíFþFïG H ›#ì(ò ÍFþ ì(Ô 4 š ìFþ Ø ‡ öFÜ ˜G H 1 1‘ (- ØFÜ * W FçFöFçG FóFïFø*ƒFØG G G H M ‰H f L m 2F÷FÿG\G2GH Fþ s8jFÜ ±FÝFÔØ #ì @(Ô 4Fû PFçFöHÐ(- ØG Fß m úG · 8G"1 1‘FéG FãFøFÜF÷FÝG H

6. 4 #ÝFûFÚFáG w ö0Ûo

f LFçFï1 1‘ m 2G"#ÝFÔFï m úG · 8 è Fþ w öG"& 1 FéG FïG Fû0Û oG’œFúFóFïHÛ oGUGŠGM FøFçFöH 9,Fû#ÝFÔFïGUGŠGMGIGQGVFø ² óFþ"@G"#Ý FÔFïH FïFðFçH ° Š(Ô 4FçFö m úG · 8G FíG è ¥ Fþ · 8G" µG 6 (&ì ØFþ(Ô 4G"#ÝFÔFïH0Ž Ò'FFû PFçFö1 1‘G"/œFúFÖ7•FûH 9,F÷ qG 1 1‘"áFÜ9×FÛ FóFïîFþFçFÝFÔ ÍG" ›GUGŠGMGIGQGVFû4ÛÝFçFïH FûFÿ4: œ"áFø Ì#"áG"#ÝFÔFïH 4: œ"áH

$$4{:}\ \text{œ"áH}\ \frac{\text{è} \quad 6\text{ëFû PFéG G è X}}{\text{è} \quad 6\text{ë X}} \qquad \text{H9H}$$

FøFçFïH FãFãF÷H G0Ž 6ëFÿ ¦ SFû Ç m F÷ ZFØFöFÚFÔH G è 6ëFû PFéG G è FÿH è 6ëFûFÚFÔFö G 0Ž 6ëFø5 0 FéG m œFÜ5 è VF÷FÒG G FþFøFéG H G8GnG{G• 4 ' &kFû ¤1pFéG H G FïH Ì#'"áFÿ

$$Ì\#'"áH \quad \frac{G0Ž\ 6ëFû\ PFéG\ G\ è\ X}{G0Ž\ 6ë\ X} \quad H10H$$

FøFçFïH FãFãF÷H G0Ž 6ëFû PFéG G è FÿH G0Ž 6ëFûFÚFÔFö è 6ëFø5 0 FéG m œFÜ5 è VF÷FÒ G G FþFøFéG H

0Û oFþ) ÝH ²GUGŠGMGIGQGVFþ ¹ '4: œ'áFÜ ¹ ' Ì#'"áFÿ 0.89FøFúFóFïH#'"áFÜ9×FÔFãFøFÛG H è ƒG FÜ aFúFßH m úG · 8G" GFçFß è F÷FÝG Fã FøG"& 1 FçFïH FçFÛFçH 4: œ"áFÜ *FÔFãFøFÛG H 1 è FÜ ¨Fß µG G G FãFøFÜ (FÛFóFïH è FåG Fï1G è µG Fö è 6ëFþ)+ œG"/œFúFÖFãFøF÷H è 6ëFû PFéG G è FÜ ö aFçFöFçG FóFïH

7. G FéG

•$Î/² F÷FÿH 2e ¥)zGIG•GCG0GzG2G"#ÝFÔFï m úG · 8 è ‰ 2G" f LFçFïH f L m 2F÷FÿH g!·(Ô 4 G" ¦ SFû v “FçH ° Š(Ô 4FøGTG•GeGzGŠGVGlGQGOG•G> G"/œFúFÖFãFøFG · 8Fþ1 1‘G"/œFúFóFïH 1 1‘Fþ 7•FûH Ç /Fø ÚFþ!Õ ;Fþ 9FÜ T7´F÷FÒFóFïFïG H Ç / ØFû%T% FçFï ØFþ) G 3¸G G"/œFúFÖFãFøF÷ Ç /G" I1*FçH Ç / è ¥Fþ!Õ ;Fþ s8jG" š DFçFï H G FïHG\G2GHFúFùFþ · 84Š (è ¥Fþ s8jG" P öFéG FïG FûH Õ ;Fþ ·FÝFû%T% FçF56ëFþ) G 3¸G G"/œ FúFÔH m úG · 88• æFþG G"*ƒ ÖFçFï%&4* Ø0£'ìG" /œFúFóFïH FåG FûH 6× ì6ëFþ ° Š(Ô 4Fû PFçFöH 0Ž Ò 'FG"FêG FçFúFÜG 1 1‘ #.G"/œFúFÖFãFøF÷H m úG · 8Fþ è G /œFúFóFïH

1 1‘ 9,F÷FÿH ØFø'56ëFþ) G 3¸G Fþ w öG" & 1 FéG FïG Fû š3Q 9,G"/œFúFóFïH) ÝG G H '56ëFþ) G 3¸G FÿG\G2GHFþ s8jG" P öFéG FïG H]F»Fú #” CFûFÚFÔFö w öG"& 1 FçFïH ØFþ) G 3¸G FÿH '56ëFþ) G 3¸G Fø) G œG FëG FãFøFûG G w öG"& 1 FçFïH G FïH f L m 2G"#ÝFÔFö m úG · 8 è G" /œFúFóFï) ÝH Ì#'"áFÿ(Ù 9 mG"4) BFçFïFÜH 4: œ "áFÿ(Ù 5 m&ì ØFûFçFÛ 6FïFúFÔFïH

Ò ‹FÿH m úG · 8 è Fþ(- Ø ¥ VG" WG FïFÔH FíFþFïG H è 6ëFþ)+ œ ‰ 2Fþ 5, G H è Fû q 4:FúFçFÝFÔ ÍFúFùFþG_GwGoGŠGM ô ‰ 2FûFôFÔFö è 0¦FéG H

g*ƒ e"©

[1] 0b Õ , G2G•GMGcG5GŠGGGUGDG2G•FûFÚFÔFïG GoGMGcG/ G2G•Fø0° •1 vol.10, no.1, pp.6473, Sept. 2002

[2] L. Jing, Y. Magic ring: A finger-worn device for multiple appliances control using Sensors, vol.12, no.5, pp.5776790, May 2012.

[3] H.-K. Lee and J.H. Kim, An HMM-based threshold model approach for gesture re IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.21, no.10, pp.961 973, Oct. 1999.

[4] U. Mahbub, H. Imtiaz, T. Roy, M. Rahman, and M. Ahad, A template matching approach of one-shot-learning Pattern Recognition Letters, vol.34, no.15, pp.1780788, Nov. 2013.

[5] Œ*ä7ž'v, 2e ¥)zGIG•GCFþ6ä$Î · ¥ Î @ _ GoGUG1 G0 Û • , IST2011-9, Feb. 2011

[6] M. Elmezain, A.Al-Hamadi, and B. Michaelis A novel system for automatic hand gesture spotting and recognition in stereo color image sequences Journal of WSCG, vol.17, no.1-3, pp.89796, Feb.2009.

[7] T. Hosono, T. Takahashi, D. Deguchi, I. Ide, H. Mur, T. Human tracking using a far infrared sensor array and a thermo-spatial sensitive Computer Vision ACCV 2014 Workshops, Lecture Notes in Computer Science, vol.9009, pp.262 Apr. 2015.

[8] T. Fujii, J.H. Lee, and S. Okamoto, Gesture recognition system for human-robot interaction and its application to Proc. of the 2014 Int. MultiConference of Engineers and Computer Scientists, vol.1, pp.63768, March 2014.

[9] J. Shotton, R. Girshick, A. Fitzgibbon, T. Sharp, M. Cook, M. Finocchio, R. Moore, P. Kohli, A. Criminisi, A. Kipman, and A. Blake, Efficient human pose estimation from single depth images IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.35, no.12, pp.2821840, Dec. 2013.

[10] M. Alsheakhali, A. Skaik, M. Aldahdouh, and M. Alhelou, H In Proc. of the 2nd Int. Conf. on Information & Communication Systems, pp.132 136, May 2011.

[11] M. Takahashi, K. Irie, K. Terabayashi, and K. Umeda, Gesture recognition based on the detection of periodic In Proc. 2010 Int. Symposium on Optomechatronic Technologies (ISOT), pp.1 Oct. 2010.

[12] R. Cutler and L. Davis, View-based detection and analysis

In Proc. 14th IAPR Int. Conf. on Pattern Recognition, vol.1, pp.495-500,Aug. 1998.

:ý £ H¹ 26 º ¡ ±G‰ dG‰ _ H #' ~H ± ± Û7T _ &É Û%Ê'2&É $ ^ S ‡1"&ì ~ Û pH *0Ž @ Ø#ì @G"#ÝFÔFïG_ GMGŠG•1 1‘Fû+Æ áG"G FôH_7ÁÛÊ™ Û Û#Õ (H

]0Y ã m H¹ 18 ¿ ±G‰ dG‰ _ H 24 ± ± Û7T _ Û %Ê'2&É $ ^ ‹ ‡1"&ì Ÿ ¢H $ ^H _ ÛH H ¹ 24 ± Û/¡ _ GoGUG1G0GIG•GMGŠ"I %Ê'2 (H ¹¡ ± • ¶&k p4 µ S"I õ “ MH ¹ 27 ± _ &É Û%Ê'2&É “ MH #' ~Fû+³G H 75"bG9GoGwG‰343UG9GoGw Î @G" P1ßFøFçFïH Ç"@ è (ôG" µG Ç"@#ì @ #.Fû6õFéG %Ê'2Fû ‘ ¦H ¹ 23 º Ø PRMU %Ê'2 á š29 w29H 7Á Ê _ 3û ™ Û (H

9× « m ô H¹ 9 ,^ Û ±G‰ dG‰ _ H 12 ± ± Û7T#. d Û %Ê'2&É $ ^ S ‡1"&ì ¢H ¹ 15 %Ê'2&É $ ^ ‹ ‡1"&ì ¢H $ ^H d ÛH H ºG G 2 º6ë ¡ , ‡ ± Û ± Û7T _ &É Û%Ê '2&É COE %Ê'2 (H ¹ 17 G G3 º6ë ¥ • Û/¡ ú+Æ "I 9%Ê '2 (H ¹ 20 G G ±7'*· ¨ Û I ± Û) í _ Û4Š ø M 5H #' ~Fû+³G H ¹ 25 FÛG H º6ë(• \GAG{G•GaG0 ± (%Ê'2 (H #ì @1 1‘Fþ ö&O%Ê'2FúG G FûFíFþ Â#ÝFû+Æ áG" âFôH #ì @7Á Ê Û (H

• ±3\ H¹ 13 ¡ ±G‰ dG‰ _ H 18 ± ± Û7T _ &É Û%Ê'2&É $ ^ ‹ ‡1"&ì Ÿ ¢H $ ^H _ &É ÛH H ¹ 16HZ18 G F÷ ¥ • Û/¡ ú+Æ "I 9%Ê'2 (H ¹ 18 ¡ ± ± Û7T _ &É Û %Ê'2&É%Ê'2 (H ¹18 ¡ ± ± Û7T d Û%Ê '2&É%Ê'2 (H ¹ 20 HZ24 G F÷ ± ± Û7T _ &É Û%Ê'2&É “ MH ¹ 24 G G ± _ 4)+ Ó •4Š _ S$ ø M 5H #' ~Fû+³G H zFû#ì @ #.G‰G_GMGŠG•1 1‘ •/¡Fþ6ä$ÎFøHTSþFÚG G #Ý Â#ÝFû 6õFéG %Ê'2Fû ‘ ¦HCARS2004 Poster AwardCADM2004 ± 29H ¹ 18 ¥ • #Ý#ì @ d Û á š29H ¹ 18 ¥ •GAG•GbGs GŠGM ¥&É Û 1n ‡1= e29H 7Á Ê _ 3û ™ Û IHEEE › (H

- m M4{ H¹ 6 ¾ ±G‰ dG‰7Á Ê 8I ¹± ± Û7T d Û(Ô%Ê '2&É _ d Û S 7 Ÿ ^1"&ì ¢H ¹ 12 %Ê'2&É7Á ¼ d Û S 7 $ ^1"&ì ¢H $ ^H d ÛH H º \'g _ Û%Ê'2 d “ mH ¹ 16 ¡ , ‡ ± Û ± Û7T _ &É Û%Ê'2&É “ M 5H ¹ 19 G G ø M 5H FãFþ6ëH 14HZ16)r œ%Ê'2 ± Û7T ± Û X"@&É Û%Ê '2&É “ m G õH ¹ 16HZ22 _ G‰GEGGGTGn%Ê'2 µ S \'g _ Û%Ê'2 d (“ M 5G‰ ø M 5 À õH ¹ 17H18H19 GcGwG•GG _ ÛG‰)+0£GEGGGTGn%ÊÊ'2AIH Í*¸ M 5H ¹ 22HZ23 G8Gw G•GNG0GnGGGTGyGNGn ± Û _ Û%Ê'2 d V(í0¼ e%Ê'2 (H G_GM GŠG•1 1‘ •/¡Fþ Â#ÝG Î @GoGUG1G0 #. ²+áFû+Æ áG" â FóFöFÔG H 7Á Ê _ 3û ™ Û H _ #. Û ›GEGYG0 (H Î @ _ GoGUG1G0 Û H Ç d%±+ ÛH 0•1 #. Û H IEEEH ACM › (H

§!) R HÛ 53 ¡ ±G‰ dG‰7Á ¼ H5Û ± ± Û7T Ÿ ^1"&ì ¢H º ¥ •7Á ™7Á0ð ¶&kH #' NTTH °&kH ¹ 4 FÛG H º6ë (• \GAG{G•GaG0 ± (%Ê'2 (H ¹ 15 FÛG ¡ , ‡ ± Û ± Û7T _ &É Û%Ê'2&É M 5H #' ~Fû+³G H e ÐG‰ W g1 1‘H GAG•GbGs GŠGMGaGFGuG•H GlGyGOGoGUG1G01 1‘Fþ%Ê'2Fû60¦H d $H Û 7Á Ê _ 3û ™ Û Û/¡ á š29H ¹ 6 IEEE-CVPR q ƒ&½1= e29H ¹ 7 _ #. Û £ W0° Õ%Ê'229H ¹ 8 IEEE-ICRA q ƒ&½GaGUG829H13 9× 0° Õ á š29H ¹ 13 • GKGCG6 GTG11= e29H 14 7Á Ê _ 3û ™ Û)¼29H ¹ 15 e4Š&É Û ±+§29H ¹16 IEEE Trans. MM1= e29H ¹22 S å &29H ¹ B 24 (ø)S0 'vH Ú w29HIEEE GcG5G{GŠH 7Á Ê _ 3û ™ Û GcG5G{GŠH _ #. Û (H

%& Ý%±&Ž 7 í ±G‰ dG‰7Á.Ê¹ 9 ± ± Û7T d Û%Ê'2 &É‰3â2§C‰è ºG8GnG{G• °&kH #' ~H •/¡G‰%±2 •4ŠI G•GEG•G>%Ê'26ä$ÎGIG•GM#ì @GIG•GEG•G>%Ê'2 FûFö e Ð1 1‘H "@ / è G‰3ã2§Fþ%Ê'2Fû ‘ ¦H

] 7ž Ç HÛ 56 ¡ d ±G‰0£ H º'g%¼7Á µH #'G8GnG{G•H °&kH ¹ 2 FÛG H ºH G„ v(6äG9GŠG[G<GoG{G• ±0¼ e%Ê'2 (H #' ~H G8GnG{G• 4 ' &k •/¡G‰%±2 •4ŠGIG•GEG•G>%Ê'26ä $ÎGIG•GM#ì @GIG•GEG•G>%Ê'2 6×H ÇG‰8¦#FÆ@##@I #.H 343UG‰&k G2G•GcGw#ì @ #.Fþ%Ê'2G‰6ä$ÎFû ‘ ¦H ¹ 21 SSII9× Œ29 w29H 7Á Ê _ 3û ™ Û IHEEE › (H