Development of Artificial Feedback for Restoring Hand Function to Quadriplegics by Neural Prostheses

ƒ ‹ F | Œfi a ‹ ˙ ' e › ß • ┼M^D‹ª¤s›p
¥ H · l ¥ \ fl – – ¤ fl « , g ‹ § » † ¤ ¥H›«« flÆ¯Ł•l

Development of Patient-driven Controller for restoring hand function to Quadriplegics by Neural Prostheses

› p ªs¡G NSC 89–2614–E–038–004

ı ƒ ·`¡×89 ƒ~8 ／°1 ／Ø 92 ƒ~7 ／°31 ／Ø

¥ D ／H G · ' • ¥ x ¥ _ ´／j´ · ˙ ¤ t ˙ • ·‹

ƒ @ ƒ P ¥«p G Hfl A ›° ¥ x ¥ _ ´／j´ · ˙ ¤ t ˙ • ·‹

› p e »P¡／G› ß fie／S x ˘ Wj · – æ ª¤s'

– i « G¥ x ˘ Wj · – æ ª¤s'

一、中文摘要

¥ \ fl ' ° „ q « f ¿ E ／ w „Œ‹ „ ÆÆ Ł•l¶¸ ¥ " " ƒ ƒ – j ／'«¥\fl ß fl q C ¥ «／w f ‡ " " ／ ‡ ¡ „ q « f ¿ E » † ª–¡˜¥A¸¶fl°j¸ ¥ F › ¥»／ß¥t \ fl L " k „ F ƒ"fi•·––¤ ／ ' ‡ y ƒ ¤ – w " ƒ ƒ A"fiflh¥F "†¡C¸ßfi‡ › Y – ˜ ¥ ¸ ‡ ‹ j¸ A–¥¤i · ／ » fi‡／¸· ‰wƒ ƒ fl h ¥ F"¥XA†¥ H " ¡ ¤ ‹ ¥ | " ˘ı"¨fl Ł•l¶ " ／ß／ ‡ ¡ ¥ Ñ ¸C ¤D

ƒ „l› pe„w›p／Tƒ~ß ƒ¤¡ A ／ u ß @«´Ide ／U 1. » · œ • L ／ p ° ß @ ／ ¿O¶q•P ‡ „op ß ƒ ¡A2. o fi i ／ ‡ ¡ "–¡A3.‹.. ‡k‘／ ‡ ¡ „B °"¶ q¤t† ¿ ¤ fi ¥¿ „m¡A4. o fi ‡–¤ " ‡ "k¡A5. ƒX o fi／l pe1 ' ¶ } o"¥°o ¿ E „¿／pe3／' ¶ } o"¶f／ ¥D– – –¤ „¡ A¿‡ o ／l› p e' o fi"ƒ ‡X• P ‡ ¡A ¤ ß ƒ¤‡ «Æ"" ƒX¡C¤ ^ tƒ／Xl› pe3 ß@`{ ß "",‹ ªs¡A¤ˇƒ„¤t† ¿„ F ƒ ¤ „ Œ¿..."／¡€

¥ «‹› pe""† ／@f~¡A¥ » ‡ ‡ ß ‡N» ¡ ƒ ¶ ‹／ ‡¡／ ƒ¤"G¡C

^ ` ¡Gfl ‹g‹ ß » ª¤ª¡Bfl Æ ¯ Ł l¶B／ ‡¡ ¥ Ñ ¡B¥ \ fl ' „q¿E

Abstract

Those quadriplegics who lost their grasp function cannot independently perform many activities of daily life. Unable to perform these activities independently, the quality of life of the patients is much decreased and it may increase the loading to their families both economically and mentally. Therefore, we would like to restore hand function to them by so-called Neural Prostheses (NP). Based on the NP technique, there are a few commercial products in the world, e.g. FreeHand system (NeuroControl, USA), and HandMaster (Israel). However, we would like to develop our very own system to best meet the need of patients in Taiwan.

This is a three-year study. The work includes: 1. survey and evaluation of miniature position and force sensors and the development of hand control model, 2. development and calibration of a hand position & force measurement system, to develop the control algorithm, 3. Integration of feedback sensor system, control algorithm, command controller, and 4. Clinical trial and control parameter tuning.

This article reports the progress of the first year study

Keywords: Neural Prostheses, Quadriplegics, Hand function, Palmar Grasp, Lateral Pinch, Key pinch, Cup Grasp

Z e _~f Y

„ ' fl Æ ¯ Ł • l ¶ ¸ ƒ ¥ ¡"A]ı"¨" ƒ ¤¥ ‡ ¥ ¢ ／ W " ˘ "S¡ A／¥\fl ƒ h ／ Ø ¹¥˝‹ ¡ L"k ƒ †z(¤ ƒp¡ G ƒ Y ‡"F Ł Œ／e B … g ƒ¡K ¥ ‡ y ¤¥ ˝ ‹／W ¥ ／ ƒ£‹A¥ … W ¥ [¤fiafix, g ／W» P "fl«W"› t Æ¡ C ‹ S ‰ƒ¡A x„ › › ¢ ／S fl → « ¥ | " ˘ ı"／ S ／‡¥\ fl ¡C

¥ «e¡Aƒ ‡ ／ @ fl « , g (Neural ª

Prostheses - NP)" " § † N fl « ·¥|"˘" Ł"" "Ŕ¡Af ǂ¡/ / u §–NM/ l p é "" <ª s " " § /¥¦fA ¥ B ¥ @ / W / w ƒ † ©fiM /«»ßƒ˜ ¶P¤X§@¡C† ˝Tƒ~¡A§ ›–NªfX fii † ¸ FreeHand (NeuroControl, USA)'M / l p é ' ¶ }o""¤ ° ¿ E „ /˝Ł»p'e HandMaster (Israel)¡ C Mƒ¡Af w¸ FreeHand ¶ }o""fl ŕH¥D– – – ¤ ¡A/ ŧo› / l p Ł ¥ † ¶ • , g ¥¥†Nƒ ¥B¤ ¶ O ¥ ¸ /„L'ø¶Q fii""ƒ^ı X • P†¡A¤ §„ƒ¤† «Æ"" ªfX¡C (¤ C › / j ø•$,000 /,)„ › Ł –˜†fl«^ tƒX/ l p é§@` $ "" ª s¡A¤ ƒ„¤ ŧ¸ , g § » ª"" x˘Wƒ ¤¥¡A¤ ^ / ŕX¡©ƒ ' „ F ƒ„¥E¸"" ...—¡C « D « ŕJ"¡HandMaster ¤ ŧ¸¡Af]¤ » $y ' |/ffl · £ ¤ ¤ < ¿ ¡Af"A L˙ " ¶i¥›ŕ ˘W¤˘¥¸¡C– g©¥¸˘ [´ ¶ ¡A† ø fi M «~/˘ " " ŧ†¡A† §P¤ ¥ ƒ † \ ƒ h„E" "/ŧ†¡A/· ƒsƒ†† \ ƒ fl°¥ ¶•¥ [¥ § ¶A¥ H „ E »"¡¤< ¤˘¥¸" ""» ¤D¡Cƒ ƒ„¡A§ › "/" Ł { ¥...—< Q §Q¥ ¸fl«, g § » ª" " §†¥N H o fi ŕ©¥KB'y „E¥¸""¥ »g¤ ŧ¸¡A¤ § ‰ | " ˘ - Ł·¥" "" ˘ ¥fl(NSC-88-2614-E-002-003¡A2ƒ~)¡A / ¸ » P / / › ´ / u – i « ¶fl–––´ƒ©ƒP< ª¤§/§ ¶ ¡¥H‰T« ©U/ « °§©¤ § ·§„ƒ¤¡C ƒb» ª ª„ q « f Ł/ŁA– ¶ § ·/©(Palmar prehension)¡B ...·/©(Lateral prehension) ¥/ †¡ °§©... ƒ¡¿ ¡A„ F ƒ ffiƒ/H¥D'°ƒa§„ƒ ¤– ¤ / †¡ °§©""¥ ...—¡C

< ¡«~‰Ł¡C

< / F „ F ƒ¡„¥A†«— ƒ hŁ"/ ¶©¥ ¶•§ V©O¡A' ƒ„B""< ⊕\ƒ†ƒh""/ ¶©/w„gfb ¥ H ' „X"/"§ V / O / / « ¥ ?" • ´ƒpA¥] < ¶P¥ «j·_ • † ¡ ¿ " Ł ° – –´ƒ©ƒP< ª¤§/§ " ˘ ¥fl(NSC-88-2614-E-002-003¡A2ƒ~)¡A / ¸ » P / / › ´ / u – i « ¶fl–––´ƒ©ƒP< ª¤§/§ ¶ ¡¥H‰T« ©U/ « °§©¤ § ·§„ƒ¤¡C (NSC-88-2614-E-033-001¡A2ƒ~)¡A¥ «j„q

† ¢ ... w † – —¥ª'o/§„ q «¿E ŧ„¸ (NSC-82-0420-B-002-150-M08¡A2ƒ~)¡C¥ « e § ¿ ¤¥• ¥†Ł ª¤§A¤ ƒp¡ G ¤ ¿E• Ł„ «‹/˘"" < ª o(/ l p é)¡B ƒ ƒ „ q ª¿E/˘ † ǂ§ñØ»P ŵØ""¶ « ¡G† ñØ/ Ł → ƒ{¡< [< ª s(/ l p é¡A3)¡B fl ƒ H ""/—– ¤ „¶}"c y »P– ƒ ""LabVIEW {ƒ¡¡F ŵØ/ Ł– o(/ l p é)¡B fl«, g" , ƒ b ƒƒ"/"–†¤ ¶q·œ†¡¥ ¡ B – ¤ ¥ǂ» P „ q «¿¥ǂ"¡" t, m ¥¸(/ l p é)¡ K¥¡C ¥ » › p eN' •›R† < ¶c¡C¥...¤ • f t¥i˜ ƒ¡¤ ŧ¸¡A¤ ˘ ff/H † ¡ „""< ª o ¥ H § Q j¡NP§¤ ƒb/ ŧ† ¸†W "" ƒ ¥D'°¥ N ´Xfiif „ E « ·¥~""†¡ƒX¡C ¥¸¡C

ƒ b „¤q t ŧ"» 裏¡A j ı X–¸¤g–˙ † Q¥¸¤ £ ¤"t ŧ"" › ' w «»ª Pf¡˙C† ‰ /W¡A§Q¥¸"/O¶q"»P"ƒ ,m" ǂX' fl«, gf ƒ„q ¤ ¿E¤ ŧ¸¡A¥ ¥ i §K† ¡ ƒƒ""„L« ª¿E ¤ˆ...W¥[¤ t ŧ"» fl¥«F »P¤ fi˜fl ¡C` M j ı X – – ¤ƒ‰/ `u"" †¥¸/ ¥/†/@« q fi/¶A ¥ ¶B†† \ fl•Ip/ ""• P † /„w†Q† ˜ ¶ }o¡A ƒ j ı X –¤fl«fbg § » ª"" †¥¸/W·ƒ† /@« q ¶¡Cƒ ƒ„¡A§ › • Q„§Q¥¸†o¤· ǂX – ¤ § †N¤ §¶NP § · ¤t¡†C¸

ƒ „ / Ipp„we»p/ Tƒ~§„ƒ¤¡A†˜/ ©~""/u § @ – N ›«fb »œ•L/ p°§ @ /¸¶q• P† „"" ƒ¡A2. fii/ †¡""– ¤ ... «‹¡Cfb†˜ /Gƒ~裡A§ › – N 1«ƒb»p¤^» $y'/ †¡ „B °"¶q·œ¤ ŧ¸/¸¤ fi ¥¿, „m¡A2. o fi ŕ–¤

¶ «¡G

1. §„ƒ¤/ †¡^ ,¤«¶q·œ» ª"" ƒ¡G ‹ /F§Yfi ^ §O/ †¡^ , '« "A¡Afb/ †¡ ƒ†›»¡B' ¤ " ""Ø¿n/"¡A» ,m'æ/J 22 › ¤/« ¶q·œ „¡G G¿ Cyber Glove § @ ¶q·œ» ª¡C
2. §„ƒ¤ w Ø‹#]¡G [†] Cyber Glove – ¤ /,(CGIU)» Ł„q, £"", E fi ˘ ¶¿Ø%§· ƒ C » P /æƒP¤B†s–) (ƒ„/@)
3. §„ƒ¤´ ^ ¤ œT"/„œ, ¡G.. ¶gLabVIEW {ƒ¡¡A¥Htrigger ¥ Ń ¥ifª¥\ƒP¤B¯"/J ,gCGIU ´ ·«""^ /æ„q £ T„›¨¡C
4. §„ƒ¤/ †¡... ˘·... « « "c¡ G©H/ †¡22 › ^ ,¤«»P– "Ł¡A tƒXCyber Glove ƒU ¶q·œ•P" „""'wƒ ¡A« "c/ †¡... ˘·...

«‹¡C

¥ « ¶i¡fG

1. S Q ¥ ¸ ⁄ †..«ˇ‹¡ ÆHLabVIEW ^ »s ƒ V ¶‚„(3-D ƒ ¶qS ° ∨.ƒ2-D ¥ ›–)¡C
2. › ¥ ¿ „ q £ › ¨ » P ¤ « › ¨‰u' GAIN »P OFFSET ...ˇ›¨¡C

(⁄G)ƒ h ‚„WD¥if¡ EMG ¶ q · œ¤ t ƒ/§« ¥ ° ¡G

" æ ƒ¤¡Aƒ b fl Æ ¯ Ł ł¶‚"fl‹f–w „L { ⁄⁄¡A§ ›–¥H„q¤ ¿E"⁄ Ł ƒ ¡ ¤ « · _flf–w¤ †—†¡ƒ "⁄†¡⁄ ¥fl(FES)¡A' ¸ " Vfl‰mf w¤ †—†¡ƒ "⁄†¡⁄ ƒ ƒ ¡A¤ ⁄ ƒ ƒ `Y¤^¥[–] ƒ ⁄O»Pƒ @⁄(TES)¡C ⁄ F – ¤ "⁄"¥¤fl› « »P" v fl˜¡"A„ fl ł‹w Ł'„q¤ ¿Efi ¡A » ¤ƒ¶q„q¤ ° Ł ƒ, m¡B„q¤ ¿E„q•¥¥H⁄ „q ¤ ¿E–j« ¡A¥ ' flƒ⁄H¤ ł «{ ¥H⁄ ¸ › ⁄H¯Ø ‰Ł"⁄ ƒP¡A«e› z Ł´Y"...v¯ T ⁄] ƒ ł ¡CŁƒP

‹ ª s⁄ŁƒV¡G

ƒb‹ Ł'„q¤ ¿E" v‡"⁄„ L {⁄¡A› Y ¶¶¨ ¤ˇ¥ „q¤ ¿E"⁄ ƒ¡¡A Ł k¥Hƒ † · ‰'¤w ¤° ¿Eƒ ƒ "⁄ ˇ†¡A⁄] L " k ß´ƒ_¶fg‹ ß_ ¤ ¤ z´ZA† ¥f¤¤ †—†¡ƒ ⁄ ˇ†"⁄ £ ‰'w '°¡ F ´ · ¥⁄ƒ⁄„Ł Ł„¶q·œ"⁄S †N¤ ·œ¶q fl ‰w¥ ...—"⁄ƒ ƒ ¡A¥i¥ M¸¤ (1)"°·œƒ U‡ƒ ƒ ¤ ¤ „q¤ ¿E"⁄...v¯T¡B(2)‹ ªsƒ ƒ ¥X⁄O»P „q¤ ¿E"⁄‹ ^ '°' ¸ (3)S ¶‚¸ƒ „q Ł„¯ X° „q¤ ¿E „¤ ¤ˇfl f – ¶ #¡ƒ «·‡¡⁄ ¥\ ƒL ¡C«"⁄

¶q·œ⁄Ł"k¡G

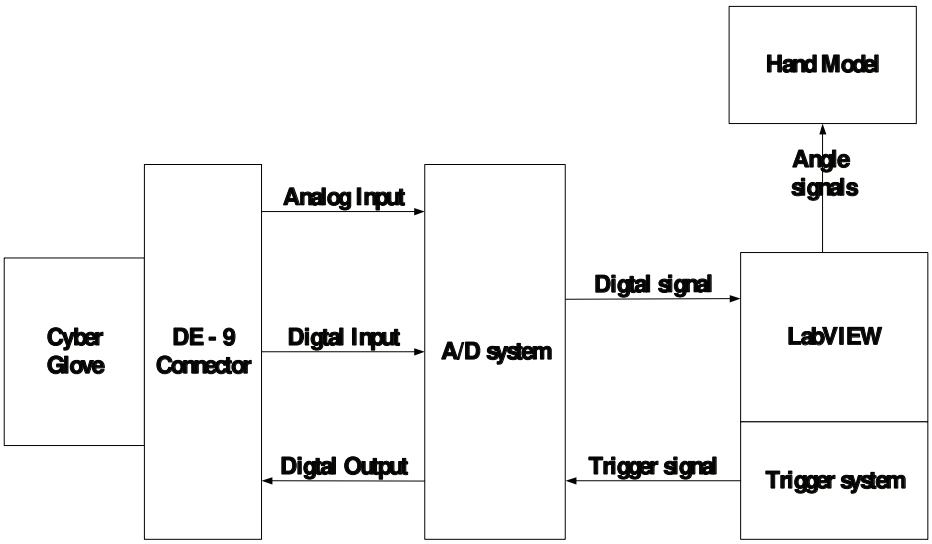
ƒb¶q·œƒ „q Ł„"⁄„ L {⁄¡A–˜¥ ¿fit⁄ ƒ¡Active electrode¶q¤œƒ „q Ł„¡A¤^–N' ƒ† electrode¶q· œ "⁄ Ł„¶ ⁄¤ ⁄@› ¶ ‰ut ⁄⁄¡AƒA–N, Œfi¶¤ DAQ¥ d , fl˜´ «"⁄° S@¡A† « Æz„LLabVIEW¶ ƒ Ł„† Bz»P⁄ "R"⁄uS@¡C

ƒb†] p ª¤ t ¸"⁄fi › ƒ ...{¤ ˜ –a"⁄ ^D¡Aƒ ƒ„–N¶ ‰ut S@ƒ¤ ÆX¥ ⁄H˜ –a"⁄ ⁄ ƒp¡A¥u›nƒb–N¤ t ¸"⁄¤ ¥L „S ¡A fli‹ ¥i˜ –aƒ¡¡A«K¥i– fii¤ „ Œ ¯ «·¥"⁄@†ı ƒX¡C

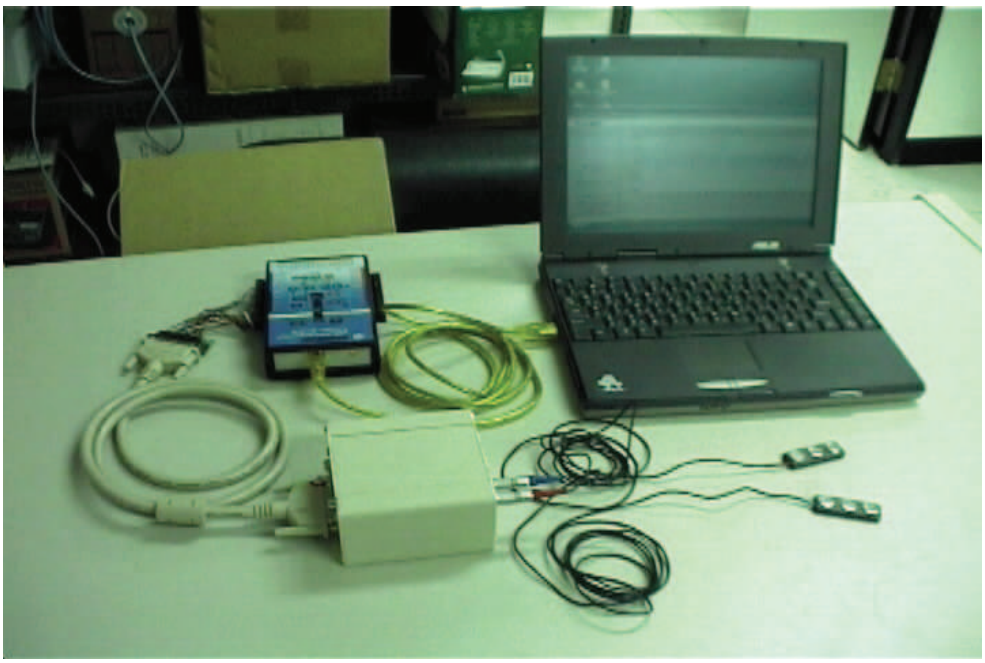
‹ ª s¶i« ¡G

w¯Ø⁄Ł›–¡A§„ƒ ¤F¶ ‰ut ⁄ S ł »PP»st¡C ¤^S„ƒ ¤F„q•¥¡B¶ ‰ut ¡B DAQ¥ d » P q„ £⁄S † s – B·œ„A ƒ p „ ˇT¡' C¥† n Ø⁄Ł„Ł–˜ ¥ LabVIEW† ñØ.. ¶qDAQ¥ d§, Œ fi ˇ ^¤œ { ƒ¡¡A ƒ¡„ ˇ p„¥|' ¥ ¡C

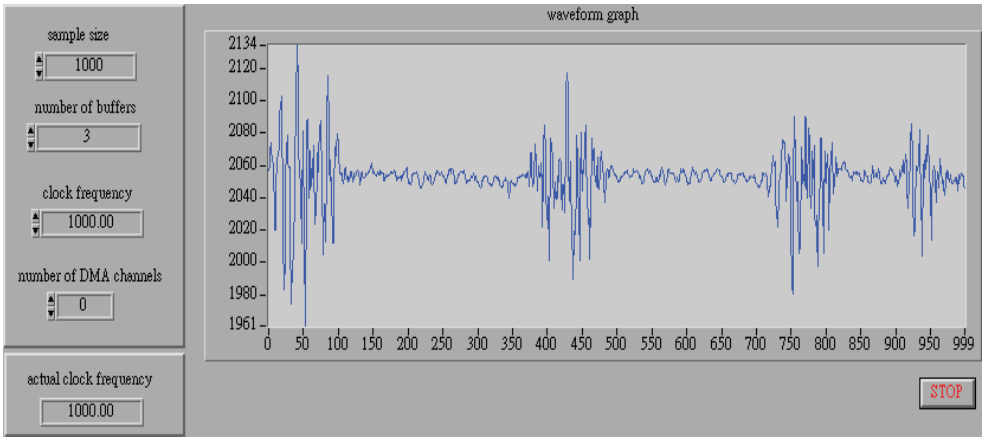
„ˇ⁄@: ⁄ † ¡ °S@¶qt¸



„ ˇ⁄G: ⁄ ‡ ¡ ° § @ ¶ q · œ‡ t † ¸ ⁄ § ‹ [” c „ ˇ



„ ˇ⁄T: ƒ h ‚WD¥ if ¡ EMG ¶ q · œ‡ t † ¸



„ ˇ⁄T: ƒ h ‚WD¥ if ¡ EMG ¶ q · œ ‡ t † ¸ ⁄ n § ¯ Ø ¶ › –