

iQ Mitsubishi platforma kot podlaga za inteligentne rešitve na področju robotike

Toni Accetto
INEA RBT d.o.o.

POVZETEK

Današnje zahteve v industrijski proizvodnji so na zelo visokem nivoju. Roboti postajajo vedno bolj popularni, če že ne standarden del opreme proizvodnih linij. Glede na dejstvo, da je tendenca v proizvodnji proizvesti več z nižjimi stroški je sočasno nujno, da so stroji, naprave in roboti, kot ključni del proizvodnih linij "pametnejši" in z zahtevano mero inteligence. Robot bo nadomestil človeka v težkem neudobnem delovnem okolju, v ponavljajočih se in monotonih delovnih mestih in v dejavnostih, kjer lahko delavec pomembno vpliva na končno kvaliteto produkta. Vse to narekuje, da morajo biti roboti inteligentni in prilagodljivi tako, kot človek.

1. UVOD

Uporaba industrijskih robotov v industriji pomembno vpliva na izboljšanje produktivnosti, fleksibilnosti, učinkovitosti in dvigu ravni kvalitete proizvoda in povečanje konkurenčnosti.

Delovanje večine vgrajenih industrijskih robotov, ki sodelujejo pri ponavljajočih se nalogah je odvisno samo od programskega orodja, njihova uporaba pa v dobro strukturiranih okoljih. Pri vsakokratni spremembi delovnega okolja ali predvidene naloge je potrebno robota preden se uporabi s strani strokovnjaka skrbno programirati in kalibrirati. Fleksibilnost pri programiranju omogoča, da roboti izvajajo zelo kompleksne človeku podobne ponavljajoče se naloge. Te naloge lahko preprosto in hitro zamenjamo z uporabo drugega programa. Kakorkoli pa se mora robot prilagajati spremenljivosti delovne okolice lahko to doseže samo s pomočjo uporabe povratnih informacij različnih senzorjev.

Uspešnost montažnih operacij z uporabo industrijskih robotov temelji na natančnosti robota in natančnega poznavanja delovnega okolja, informacije o geometriji montažnih delov in njihovo lokalizacijo v delovnem okolju. Industrijski roboti delujejo v realnem okolju z visoko stopnjo negotovosti in zahtevajo sisteme zaznavanja, ki bi kompenzirali potencialno možnost pojava napake med delovanjem. Viri negotovosti so različni od napačne pozicije

robota, staranje vgrajenih mehanizmov, različne motnje, deformacija in zračnost robotske roke...

Da bi zadostili današnjim zahtevam industrije se od industrijskih robotov v montažnih procesih zahteva aplikacijo z običajno zapleteno manipulacijo in sodelovanje z inteligenco ter prilagodljivost. Da bi ustvarili takšen sistem je treba vključiti različne tehnike umetne inteligence, kot so on-line učenje in senzorične sposobnosti .

Sposobnosti zaznavanja so prirojene ljudem in se jih zelo težko implementira na strojih. Nekatero izmed ključnih sposobnosti, ki podpirajo inteligenco in prilagodljivost ljudi so percepcija in dožemanje okolice. Kar nas navaja, da bi podobne človeške spretnosti, kot je uporaba vizualne in čutne informacije implementirali tudi na robotiziranih montažnih procesih. Vizualna informacija je kot ena od najpomembnejših virov informacij za dožemanje okolja.

Medsebojna integracija različnih tehnologij in naprav zahteva usklajenost delovanja posameznih naprav in vzpostavitev inteligentnega sistema odločanja delovanja, kar pomeni velik izziv v vzpostavitvi ustrezne skupne logike, ki prvenstveno zahteva hitro medsebojno komunikacijo in enostaven dostop do podatkov.

Mitsubishi Electric ponuja vse vidike nadzora avtomatizacije proizvodnih procesov na konsolidirani platformi, ki jo poimenuje iQ (intelligent Q). iQ platforma ne omogoča samo več procesorsko delovanje ampak tudi umeščanje različnih krmilnikov na skupno iQ platformo

značilno za posamezno področje industrije in uporabe. To so procesni krmilniki, krmilniki C++ programskega jezika, vgrajeni industrijski računalnik, krmilnik gibanja, CNC krmilnik, robotski krmilnik in operatorski panel (vmesnik človek-stroj). Vedno bolj proizvajalci iščejo fleksibilnost in agilnost v proizvodnih operacijah, ki ni samo domena avtomobilske industrije temveč se je razširilo na različna področja prehranske industrije, farmacevtske industrije, elektronske industrije itd. Koncept ni lasten samo naštetim industriji, ker se mora sleherni proizvajalec neusmiljeno prizadevati, da zmanjša skupne stroške lastništva (TCO) proizvodnje in izboljša operativne zmogljivosti. Da bi zmanjšali stroške lastništva na ravni proizvodnega obrata, obstajajo tri ključne faze v življenjskem ciklu proizvodnje, ki zahtevajo posebno skrb pri upravljanju stroškov. Prva začetna faza je oblikovanje in razvoj, druga faza je upravljanje proizvodnje in tretja faza je vzdrževanje. Sistemski integratorji in graditelji strojev imajo ključno vlogo pri zagotavljanju, da so ti cilji ki jim sledimo doseženi v postopku izdelave avtomatiziranih sistemov.

2. iQ PLATFORMA KOT IZHODIŠČE ZA INTELIGENTNO AVTOMATIZACIJO MONTAŽNO PROIZVODNIH PROCESOV

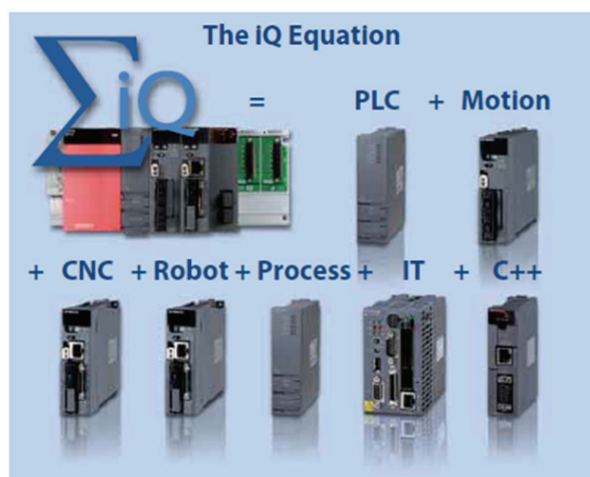
Proizvodne zahteve, kot so hiter odzivni čas, prilagodljivost na spremembe, izboljšave produkcijskega cikla, znižanje stroškov, izboljšana kakovost so pogosti izrazi, ki se danes pojavljajo, kot eni od ključnih zahtev za izvedbo aplikacij. Vendar pa je v resnici te zahteve zelo težko doseči z obstoječo tehnologijo za avtomatizacijo. Projektne naloge za načrtovanje in zagon tako visoko zahtevnih avtomatiziranih sistemov zahtevajo dolge časa projekta in kvaliteta ne more biti vedno zagotovljena. Torej, kako lahko uresničimo tako napredno tovarno s poudarkom na stroških in učinkovitosti?

Mitsubishi Electric ponuja rešitev, ki je edinstvena glede na trenutne trende v proizvodnji. Rešitev e-F@ctory ne da samo povezuje posamezne plasti podatkovnih informacij v

vertikalnem proizvodnem toku od proizvodnega obrata do najvišjega informacijskega nivoja znotraj podjetja. Ampak tudi integrira celovito strojno opremo potrebno za avtomatizacijo na vseh nivojih nadzora in kontrole proizvodnega obrata v skupno arhitekturo iQ platforme. iQ platforma zagotavlja združeno platformo krmilniškega sistema za avtomatizacijo, ki vključuje sekvenčni krmilnik visoke hitrosti, visoko zmogljiv krmilnik gibanja, numerični krmilnik, krmilnik robotske roke in vmesnik človek-stroj. iQ platforma predstavlja popolno rešitev za avtomatizacijo, ki uresničuje zahteve današnje in jutrišnje tovarne. iQ platforma sloni na več-krmilniško ultra visoko hitrostnem vodilu, ki omogoča visoke hitrosti komunikacije in prenosa velike količine podatkov preko celotnega vodila med različnimi krmilniki.

Po drugi strani je robotika izjemno sredstvo za systemske integratorje ali graditelje stroje, da vključijo dodatno fleksibilnost v proizvodno linijo ali v montažni sistem.

Pomembna stvar pri iQ platformi je, da imamo en centralni nadzorni sistem. V mnogih proizvodnih linijah obstaja veliko proizvodnih vozlišč. V enem deluje robot v drugem več-osna servo naprava v še naslednjem CNC obdelovalni center in v zadnjem se izvaja posamezen industrijski proces. Če vse te dejavnosti ali vozlišča ločimo lahko to privede do določenih problemov. Veliko sistemskih integratorjev se med procesom oblikovanja, programiranja in zagonom sistema za avtomatizacijo, pritožuje nad težavami z uporabo različnih sistemov različnih proizvajalcev. To kaže da bi bila najboljša rešitev uporaba enega homogenega sistema od enega dobavitelja. Tovrstni sistem lahko zagotovi samo Mitsubishi Electric, ki je trenutno edini proizvajalec opreme za avtomatizacijo, ki nudi tako širok izbor naprav od logičnih krmilnikov, več-osnih krmilnikov gibanja, CNC krmilnikov, C++ krmilnikov, procesnih krmilnikov do industrijskih robotov (Slika 1). Na eno platformo lahko direktno priključite do 4 krmilnike in več, kot 50 različnih modulov.



Slika 1: Prikaz skupne iQ platforme in nabor različnih krmilnikov

Vsak od zgoraj naštetih krmilnikov ima svoj program, tako da delujejo neodvisno, hkrati pa si medsebojno izmenjujejo podatke preko procesorskega podnožja-platforme, ki zagotavlja ultra visoko hitrost paralelne komunikacije. Tovrstno visoko hitrost izmenjave podatkov ne omogoča nobeno področno vodilo.

Tako, da lahko vključite na eni proizvodni liniji robotsko celico z dvema robotoma za skupno delo na eni montažni operaciji in zahtevno več osno servo krmiljeno montažno celico in vse skupaj nadzorujete preko enega krmilnika. Še več, ta dva robotata imata preko vključitev obeh robotskih krmilnikov na skupno platformo na voljo vse informacije o medsebojnem stanju in vplivu na drug drugega tako da ne obstaja možnost kolizije oziroma trka, ki se sistemsko preprečuje. Tako je lahko potrebno delovno okolje manjše in optimizirano in omogoča delo oziroma sodelovanje dveh robotov na enem izdelku, kar lahko predstavlja prenašanje večjih in težjih izdelkov ali pa sodelovanje pri zapletenih montažnih procesih, kjer se predvideva uporaba dveh rok.

Priljubljena rešitev je tudi robotsko posluževanje dveh CNC obdelovalnih strojev, ki temeljijo na C70 procesorju.

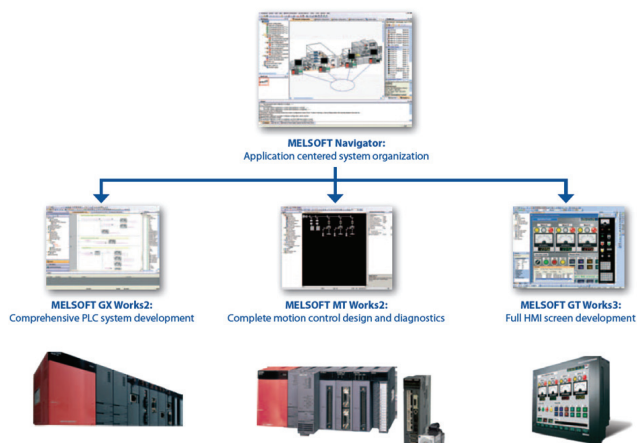
Omogočene so tudi aplikacije, ki zahtevajo kombinacijo različnih krmilnikov, kot je PLK, procesni krmilnik, C++ krmilnik z MES –IT in krmilnik gibanja. Do največ 96 servo osi lahko dela na proizvodnem procesu in pakiranju,

procesni krmilnik nadzoruje proizvodnjo in MES-IT krmilnik pošilja in zbira podatke s sistemom nadzora IT v celotni tovarni.

iQ platforma ima lastno sposobnost zagotavljanja proizvodnih podatkov v različnih oblikah za lažjo uporabo analitične programske opreme za ugotavljanje uspešnosti. Pomemben sestavni del je MES (proizvodno informacijski modul) vmesniški modul, ki zagotavlja informacijsko povezavo med kontrolnim sistemom proizvodnega obrata in proizvodno ali poslovno informacijskim sistemom. MES modul nadomešča, danes sicer pogosto uporabljeno zapleteno večplastno arhitekturo povezovanja, z neposrednim dostopom, ki zagotavlja visoko integriteto informacij in enostavno uporabo. MES vmesniški modula se lahko namesti na iQ skupno platformo ali pa neposredno na operaterski vmesnik človek stroj. Zagotavlja avtonomno dvosmerno komunikacijo med dvema bazama podatkov, IT aplikacijo in krmilno kontrolnim sistemom Mitsubishi Electric. Hkrati pa ohranja odlično varnost podatkov in preprosto uporabo. Najpomembnejše sporočilo je, da MES modul predstavlja rešitev na ključ za povezovanje med proizvodno informacijskim sistemom in proizvodnim obratom.

Racionalizacija procesa v celotnem življenjskem ciklu avtomatiziranega sistema je omogočena z programskim orodjem iQ Works. iQ Works služi, kot orodje za konfiguracijo, zagon in okolje za programiranje aplikacije. Vrednost programskega orodja iQ Works presega okvire programiranja aplikacije in tvori osnovo za vitko metodologijo za upravljanje celotnega razvoja programske opreme in informacijskega okolja za celoten proizvodni obrat, stroje in proizvodne linije. V enem programskem orodju lahko upravljate vse programe posameznih krmilnikov (Slika 2). Podatke in spremenljivke je mogoče enostavno zamenjati, vsi programi lahko uporabljajo iste spremenljivke in konstante. Isti parameter ima lahko isto ime v operaterskem panelu (vmesnik človek stroj), PLK, krmilniku gibanja ali robotskem krmilniku. Programska oprema omogoča tudi enostavno izmenjavo podatkov med krmilniki na več različnih iQ platformah. Posamezne iQ platforme se lahko

medsebojno povežejo z vodilom, ki sloni na Ethernet tehnologiji, kot je CC-Link IE Field ali za manj zahtevne aplikacije preko standardnega Ethernet TCP/IP protokola.



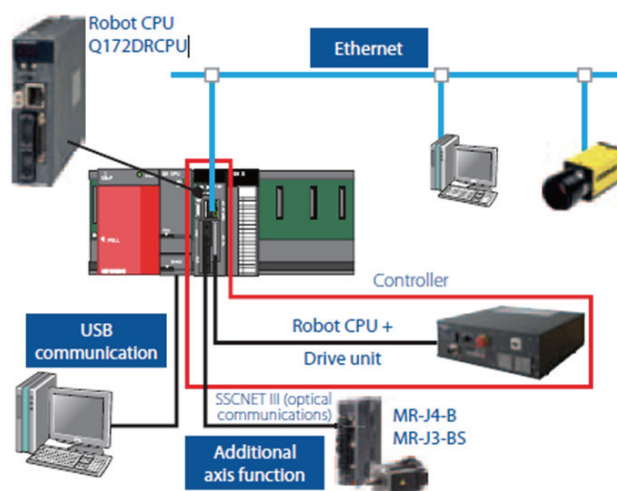
Slika 2: Struktura programskega orodja iQ Works

3. PERCEPCIJA IN DOJEMANJE OKOLICE Z SISTEMOM UMETNEGA VIDA IN SENZORJEM SILE

Inteligenten robot je opremljen z strojnim vidom. To so oči robota. Dva vodilna ponudnika rešitev, Mitsubishi Electric in Cognex sta se združila pri skupnem prizadevanju in razvila programsko opremo za enostavno integracijo strojnega vida za vse ključne Mitsubishi Electric produkte, kot so roboti, krmilniki gibanja in operaterski paneli za kalibracijo in prikaz slike strojnega vida (Slika 3). Sistem umetnega vida lahko najde izdelek ali sestavni del na delovnem področju, zagotovi koordinate in orientacijo izdelka in omogoči robotu, da preprosto izbere izdelek. Mitsubishi ponuja tudi programsko orodje MelfaVision, ki je del iQ platforme in omogoča programerju, da delovanje sistema umetnega vida nastavi z uporabo Mitsubishi-jeve znane programske filozofije. Sistem umetnega vida se lahko uporabi tudi za preverjanje kakovosti. S pomočjo umetnega vida lahko avtomatizirani sistem povsem nadomesti človeka in izvede učinkovito in hitro preverjanje kvalitete izdelka. Velike količine podatkov iz slike izdelka se lahko obdelajo zelo hitro in shranijo v IT

podatkovni bazi. V povezavi z modulom za hiter zajem podatkov (High speed data logger) na iQ platformi lahko pridobite poročilo za celotno proizvodno in preverjanje kakovosti. To omogoča, da se v proizvodnji vzpostavi filozofija nič napak. Vse neustrezne izdelke je mogoče izključiti ali popraviti pred koncem proizvodnje in odpreme kupcu, kar ščiti dobro ime proizvajalca izdelka. Modul za hiter zajem podatkov lahko pošlje tudi vnaprej oblikovan obrazec s podatki o proizvodnji preko e-pošte neposredno brez vključevanja zapeletenih IT sistemov. Ti podatki o proizvodnji so neposredni in onemogočajo goljufije s strani proizvodnih delavcev.

Naslednji korak v sistemu umetnega vida je 3D sistem, ki omogoča zaznavo predmetov v 3D prostoru. To lahko proizvodnji omogoči velike prihranke in uporabo robota v nestrukturiranih okoljih, kjer je potrebna velika prilagodljivost glede na spremenljive razmere. Robot opremljen z 3D senzorjem umetnega vida lahko vidi, prepozna in dvigne predmet ven iz zaboja. Takšna rešitev pomeni prihranek pri gradnji kompleksnih transportnih sistemov, ki ločujejo in osamijo predmet na ravnini. Mitsubishi Electric je razvil namenski 3D senzor umetnega vida z izdatno programsko podporo za robotski krmilnik in tako omogočil, da lahko sistemski integratorji enostavno umestijo 3D senzor umetnega vida na robotski krmilnik.



Slika 3: Povezljivost Cognex strojnega vida na robotski krmilnik znotraj iQ platforme

Otip je čutilo, ki lahko pomembno vpliva na proces avtomatizirane montaže s pomočjo robota še posebej pri vstavljanju predmetov v luknjo. Mitsubishi Electric lahko ponudi senzor sile, ki se ga namesti na prirobnico zadnje osi robotske roke. Pred uporabo sile senzorja je robot moral vedeti natančno kje in kaj mora prijeto. Robot ni imel podatka, če je dejansko dosegel predmet. V primeru, da ga ni uspel doseči oziroma prijeto ni imel informacije in tudi element ni bil postavljen na ciljno pozicijo, kar pomeni, da je robot opravil nepotrebno gibanje. Z uporabo senzorja sile, robot lahko preveri ali je predmet pobral in če je predmet pravilen. Na ta način lahko robot preveri kakovost predmeta, kot je masa in velikost predmeta. Senzor sile je povezan na robotski krmilnik preko optičnega vodila SSCNET3/H, ki se uporablja tudi za sinhronizacijo več osnih servo motorjev. Moč optičnega vodila v kombinaciji s senzorjem sile nam daje zelo zanesljivo rešitev. Optično vodilo ni mogoče prekiniti, razen če je uničena.

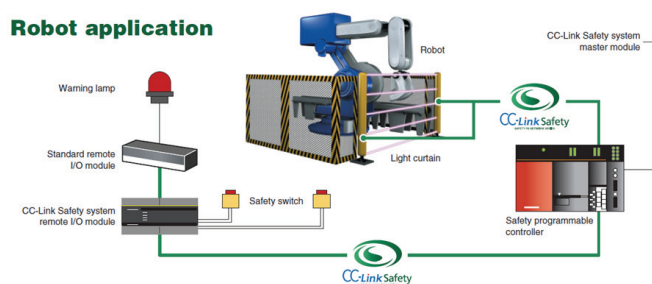
Senzor sile se pogosto uporablja pri robotskih montažnih procesih in postavljanju predmetov v luknjo. Pri spremenljivih pogojih pozicije luknja ni enakem mestu v prostoru. Ko robot zazna, da je potrebno za vstavitev uporabiti večjo silo, kot običajno predvideno za vstavljanje predmeta, bo le ta premaknil svojo lego na način, da bo zadostil predvideni sili na poti vstavljanja predmeta.

Skupaj strojni vid in senzor sile širita spekter problemov v montažnih procesih, ki jih lahko roboti ustrezno rešijo.

Prilagodljivost robotskih sistemov se kaže tudi v sposobnosti obvladovanja manipulacije več različnih sestavnih delov z eno robotsko roko. Več namensko prijemalo izdelano s strani Mitsubishi Electric se namesti na robotsko roko in vsebuje štiri različna prijemala. Pri aplikacijah montaže v elektronski industriji je lahko zelo uporabno, saj lahko robot prijema elemente različne velikosti in z različnim lastnostim prijemanja brez nepotrebnih premikov za menjavo prijemala.

4. VARNOST

Zelo pomembno področje pri vsaki robotski aplikaciji je varnost. To se nanaša na nastavljalca oziroma operaterja stroja in tudi na varnost samega stroja. Mitsubishi Electric izdelki so opremljeni s primernim nivojem varnostne zaščite. V primeru aplikacij pa je potrebno zagotoviti sistemsko ustrezno varno delovanje in ščitenje zdravja ljudi na celotnem proizvodnem procesu. Mitsubishi Electric iQ platforma lahko zagotovi kompleksno varnostno rešitev (slika 4).



Slika 4: Prikaz uporabe kompleksne rešitve na področju varovanja ljudi in strojev

Vsak produkt se lahko priključi na varnostni sistem in celoten sistem je mogoče nadzorovati preko poenotene platforme in z uporabo enega programskega orodja. CC-Link Safety omrežje se uporablja za povezovanje porazdeljenih varnostnih naprav. Priključite lahko varnostno digitalne vhode in izhode ter ostale varnostne elemente, kot so svetlobne zavese, gobice v sili ali različna varnostna stikala. Na drugem koncu sistema varnosti se lahko nadzira naprave, kot so pogoni, frekvenčni pretvorniki, roboti in ostale naprave. Roboti servo pogoni in frekvenčni pretvorniki imajo vgrajeno funkcijo za varno zaustavitev.

5. SPOSOBNOST UČENJA IN SIMULACIJE

Nenazadnje je pokazatelj inteligence tudi sposobnost za enostavno in hitro učenje. Sistem mora omogočati enostavno učenje, kaj mora narediti. Ko govorimo o robotu in manipuliranju z različnimi elementi je zelo pomembno, da se robota nauči za novo delo, kakor hitro je možno. To pomembno vpliva

na prihranek časa izdelave aplikacije. Mitsubishi Electric ponuja programsko orodje Melfa Works, ki je programski adapter za SolidWorks3D programsko okolje. V današnjem času se veliko izdelkov oblikuje v 3D programskih orodjih. Če je v takšnem programskem orodju oblikvan 3D izdelek je zelo preprosto naučiti robota, kako upravljati z izdelkom. 3D model izdelka postane pomemben predmet v programskem jeziku.

Druga značilnost MelfaWorks programskega orodja je možnost oblikovanja celotne proizvodnje linije ali montažnega stroja v virtualnem SolidWorks okolju. V ta okolje lahko konstrukter postavi mehanske dele, pogone in robote in jih programira. Obstaja možnost testiranja celotne proizvodne linije še pred izvedbo strojne konstrukcije.

[3] Intelligent industrial robots, Handbook of Industrial Automation, IMTS 2002 Manufacturing Conference, 2002

6. ZAKLJUČEK

Najpogostejše težave v sistemih avtomatizacije montaže so tiste, ki izhajajo iz uporabe različnih tehnologij. Pojavijo se na stičnih točkah rešitev različnih ponudnikov opreme. Vendar so lahko tudi zelo enostavno rešljivi z uporabo skupne avtomatizacijske platforme, kjer je mnogo različnih rešitev, kot so komunikacijska omrežja, pogoni, roboti in sistemi strojnega vida namenjeni, da sodelujejo drug z drugim. Vsekakor mora biti zagotovljena tudi možnost njihovega obladovanja na enem mestu.

Za uspešno izvedbo sistema avtomatizacije je pomembno, da se poišče kompleksne rešitve visoke kakovosti in najde mesta, kjer bo avtomatizacija proizvodnega procesa prinašala največje koristi v primerjavi z ročnim delom in razbremenjevala človeško delovno silo. Najbolj uspešni so tisti, ki izberejo kompleksno rešitev.

Literatura

[1] Mitsubishi Electric

[2] ARC White paper by ARC Advisory Group.: iQ Automation the Foundation for Mitsubishi Electric's e-F@ctory Initiative, 2008