

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

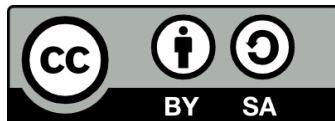
Καθηγητής Δρ.Δ.Σαγρής

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Συστήματα Παραγωγής - Ρομποτική



Διδάσκων
Δημήτριος Σαγρής
(Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός)

©2014

Ανάπτυξη off-line συστήματος χειρισμού ρομποτ με χρήση:

- *SolidWorks*
- *Fortran*
- *Visual Basic*

©2014

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

Αντιστοίχιση στην μεταβλητή:
swApp
του αντικειμένου:
Εφαρμογή SolidWorks

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Συστήματα Παραγωγής
Ρομποτική
Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Ανάπτυξη Off-line εφαρμογής
σε περιβάλλον Visual Basic
(Σύνδεση φόρμας – γραφικού μοντέλου)

Σχήμα Ε3

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

Αντιστοίχιση στην μεταβλητή:
swDoc
του αντικειμένου:
Ενεργό έγγραφο του αντικειμένου
SolidWorks (το τρέχον σχέδιο)

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Συστήματα Παραγωγής
Ρομποτική
Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Ανάπτυξη Off-line εφαρμογής
σε περιβάλλον Visual Basic
(Σύνδεση φόρμας – γραφικού μοντέλου)

Σχήμα Ε4

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

Αντιστοίχιση στην μεταβλητή:
swAss
του αντικειμένου:
Ενεργό έγγραφο του αντικειμένου
SolidWorks (Συναρμολογημένη διάταξη)

©2014

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

Αντιστοίχιση στην μεταβλητή:
swSelMgr
του αντικειμένου:
Διαχειριστή επιλογών χρήστη
του ενεργού εγγράφου

©2014

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView ←

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

**Αντιστοίχιση στην μεταβλητή:
swActiveView
του αντικειμένου:
Ενεργής όψης εγγράφου**

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
Ρομποτική**
Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Ανάπτυξη Off-line εφαρμογής
σε περιβάλλον Visual Basic
(Σύνδεση φόρμας – γραφικού μοντέλου)

Σχήμα E7

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection ←

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

**Εκκαθάριση των επιλογών του χρήστη
στο ενεργό έγγραφο**

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
Ρομποτική**
Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Ανάπτυξη Off-line εφαρμογής
σε περιβάλλον Visual Basic
(Σύνδεση φόρμας – γραφικού μοντέλου)

Σχήμα E8

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

**Επιλογή αντικειμένου (COMPONENT)
στο ενεργό έγγραφο με κριτήριο
επιλογής το όνομα (SelectByID)**

©2014

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

**Επιλογή πρόσθετων αντικειμένων
(COMPONENT) στο ενεργό έγγραφο
με κριτήριο επιλογής το όνομα
(AndSelectByID)**

©2014

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

```

Αντιστοίχιση των επιλεγθέντων αντικειμένων (COMPONENT) σε ανεξάρτητες μεταβλητές

©2014

```

' Code For SolidWorks
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swDoc = swApp.ActiveDoc
Set swAss = swDoc
Set swSelMgr = swDoc.SelectionManager
Set swActiveView = swDoc.ActiveView

Path = App.Path

swDoc.ClearSelection

swDoc.SelectByID "Base-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part1-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part2-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part3-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part4-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part5-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0
swDoc.AndSelectByID "Part6-1@Rv6_xForm", "COMPONENT", 0, 0, 0

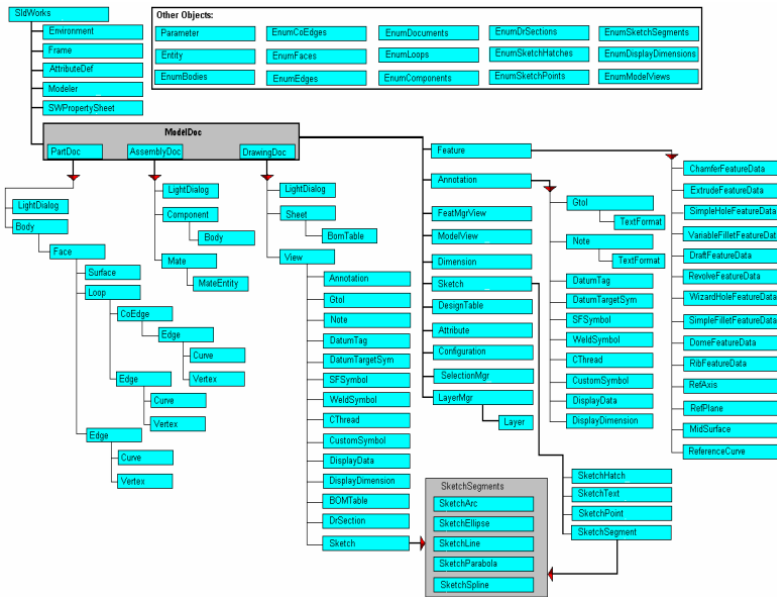
Set ComponentBase = swSelMgr.GetSelectedObject3(1)
Set Component1 = swSelMgr.GetSelectedObject3(2)
Set Component2 = swSelMgr.GetSelectedObject3(3)
Set Component3 = swSelMgr.GetSelectedObject3(4)
Set Component4 = swSelMgr.GetSelectedObject3(5)
Set Component5 = swSelMgr.GetSelectedObject3(6)
Set Component6 = swSelMgr.GetSelectedObject3(7)

For i = 0 To 6
    Set Part(i) = swSelMgr.GetSelectedObject3(i + 1)
Next i

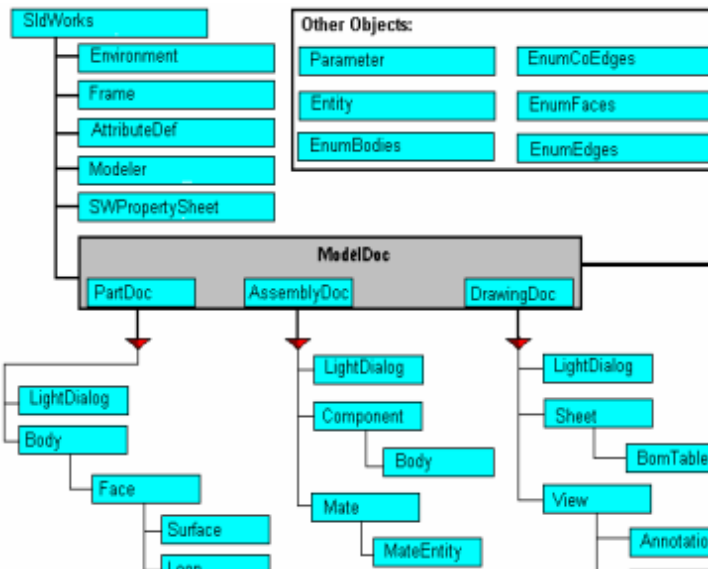
```

Αντιστοίχιση των επιλεγθέντων αντικειμένων (COMPONENT) σε διάγραμμα μεταβλητών

©2014



©2014



©2014

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errcode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errcode

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, 1)
tempArray(3) = matsw(1, 2, 1)
tempArray(6) = matsw(1, 3, 1)
tempArray(9) = matsw(1, 4, 1) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, 1)
tempArray(4) = matsw(2, 2, 1)
tempArray(7) = matsw(2, 3, 1)
tempArray(10) = matsw(2, 4, 1) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, 1)
tempArray(5) = matsw(3, 2, 1)
tempArray(8) = matsw(3, 3, 1)
tempArray(11) = matsw(3, 4, 1) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, 1)
tempArray(14) = matsw(4, 2, 1)
tempArray(15) = matsw(4, 3, 1)
tempArray(12) = matsw(4, 4, 1)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw
End Sub

```

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errcode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errcode

```

Ορισμός από τον χρήστη τριών μεταβλητών r(i) που καθορίζουν την σχετική θέση του άκρου του εργαλείου TCP ως προς την θέση του τελευταίου μέλους του ρομπότ (6^ο σύστημα συντεταγμένων).

Οι τιμές r(i) επιστρέφονται από τον βραχίονα RV6, εκτελώντας μια διαδικασία αρχικοποίησης του εργαλείου.

©2014

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errcode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errcode

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, 1)
tempArray(3) = matsw(1, 2, 1)
tempArray(6) = matsw(1, 3, 1)
tempArray(9) = matsw(1, 4, 1) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, 1)
tempArray(4) = matsw(2, 2, 1)
tempArray(7) = matsw(2, 3, 1)
tempArray(10) = matsw(2, 4, 1) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, 1)
tempArray(5) = matsw(3, 2, 1)
tempArray(8) = matsw(3, 3, 1)
tempArray(11) = matsw(3, 4, 1) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, 1)
tempArray(14) = matsw(4, 2, 1)
tempArray(15) = matsw(4, 3, 1)
tempArray(12) = matsw(4, 4, 1)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw
End Sub

```

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errcode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errcode

```

Επίλυση του αντιστρόφου προβλήματος με δεδομένα εισόδου στην ρουτίνα
 - Την επιθυμητή θέση του άκρου $q(i)=[x,y,z,A,B,C]$
 - Την θέση του TCP ως προς το 6^ο μέλος r(i)

Επιστρέφονται οι τιμές των γωνιών th(i) των αρθρώσεων, καθώς και μια τιμή σφάλματος όταν δεν υπάρχει λύση (errcode).

©2014

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errcode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errcode

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, 1)
tempArray(3) = matsw(1, 2, 1)
tempArray(6) = matsw(1, 3, 1)
tempArray(9) = matsw(1, 4, 1) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, 1)
tempArray(4) = matsw(2, 2, 1)
tempArray(7) = matsw(2, 3, 1)
tempArray(10) = matsw(2, 4, 1) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, 1)
tempArray(5) = matsw(3, 2, 1)
tempArray(8) = matsw(3, 3, 1)
tempArray(11) = matsw(3, 4, 1) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, 1)
tempArray(14) = matsw(4, 2, 1)
tempArray(15) = matsw(4, 3, 1)
tempArray(12) = matsw(4, 4, 1)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2
End Sub

```

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errcode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1)) ←
Code = errcode

```

Επίλυση του ευθέως προβλήματος με δεδομένα εισόδου στην ρουτίνα τις τιμές των γωνιών $th(i)$ των αρθρώσεων.

Το επιστρεφόμενο μητρώο (4x4x6) περιλαμβάνει τα ομογενή μητρώα μετασχηματισμού κάθε ενός από τα 6 μέλη.

Κατά τον υπολογισμό του ευθέως προβλήματος γίνεται ταυτόχρονα και η διόρθωση από συντεταγμένες κατά Denavit-Hartenberg σε συντεταγμένες σχεδίασης κάθε μέλους.

©2014

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errcode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errcode

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, 1)
tempArray(3) = matsw(1, 2, 1)
tempArray(6) = matsw(1, 3, 1)
tempArray(9) = matsw(1, 4, 1) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, 1)
tempArray(4) = matsw(2, 2, 1)
tempArray(7) = matsw(2, 3, 1)
tempArray(10) = matsw(2, 4, 1) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, 1)
tempArray(5) = matsw(3, 2, 1)
tempArray(8) = matsw(3, 3, 1)
tempArray(11) = matsw(3, 4, 1) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, 1)
tempArray(14) = matsw(4, 2, 1)
tempArray(15) = matsw(4, 3, 1)
tempArray(12) = matsw(4, 4, 1)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2
End Sub

```

```

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, 1)
tempArray(3) = matsw(1, 2, 1)
tempArray(6) = matsw(1, 3, 1)
tempArray(9) = matsw(1, 4, 1) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, 1)
tempArray(4) = matsw(2, 2, 1)
tempArray(7) = matsw(2, 3, 1)
tempArray(10) = matsw(2, 4, 1) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, 1)
tempArray(5) = matsw(3, 2, 1)
tempArray(8) = matsw(3, 3, 1)
tempArray(11) = matsw(3, 4, 1) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, 1)
tempArray(14) = matsw(4, 2, 1)
tempArray(15) = matsw(4, 3, 1)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

```

Μετασχηματισμός για κάθε μέλος ανεξάρτητα του ομογενούς μητρώου μετασχηματισμού (4x4) σε διάνυσμα 16 τιμών, μορφή που αναγνωρίζει το σχεδιαστικό πακέτο.
Αποθήκευση των μητρώων 4x4 στην μεταβλητή xFormArray(i) σε μορφή διανύσματος 16 τιμών.

©2014

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errocode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errocode

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, 1)
tempArray(3) = matsw(1, 2, 1)
tempArray(6) = matsw(1, 3, 1)
tempArray(9) = matsw(1, 4, 1) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, 1)
tempArray(4) = matsw(2, 2, 1)
tempArray(7) = matsw(2, 3, 1)
tempArray(10) = matsw(2, 4, 1) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, 1)
tempArray(5) = matsw(3, 2, 1)
tempArray(8) = matsw(3, 3, 1)
tempArray(11) = matsw(3, 4, 1) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, 1)
tempArray(14) = matsw(4, 2, 1)
tempArray(15) = matsw(4, 3, 1)
tempArray(12) = matsw(4, 4, 1)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2
End Sub

```

```

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2
End Sub

```

Τοποθέτηση κάθε μέλους στο χώρο με βάση την μεταβλητή xFormArray(i) (διάσταση 16 τιμών) ως προς ένα απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.

©2014

Σχήμα E19

```

Public Sub redraw(Code)
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

r(1) = RV6Options.UDInitVal(0).Value / 100
r(2) = RV6Options.UDInitVal(1).Value / 100
r(3) = RV6Options.UDInitVal(2).Value / 100
Call q2th(q(1), r(1), th(1), errocode)
Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))
Code = errocode

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, 1)
tempArray(3) = matsw(1, 2, 1)
tempArray(6) = matsw(1, 3, 1)
tempArray(9) = matsw(1, 4, 1) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, 1)
tempArray(4) = matsw(2, 2, 1)
tempArray(7) = matsw(2, 3, 1)
tempArray(10) = matsw(2, 4, 1) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, 1)
tempArray(5) = matsw(3, 2, 1)
tempArray(8) = matsw(3, 3, 1)
tempArray(11) = matsw(3, 4, 1) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, 1)
tempArray(14) = matsw(4, 2, 1)
tempArray(15) = matsw(4, 3, 1)
tempArray(12) = matsw(4, 4, 1)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2
End Sub

```

```

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2
End Sub

```

Επανασχεδίαση όλων των αντικειμένων που ανήκουν στο ενεργό έγγραφο (τρέχον σχέδιο).

©2014

Σχήμα E20

```

Public Sub Redraw_Direct()
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, i)
tempArray(3) = matsw(1, 2, i)
tempArray(6) = matsw(1, 3, i)
tempArray(9) = matsw(1, 4, i) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, i)
tempArray(4) = matsw(2, 2, i)
tempArray(7) = matsw(2, 3, i)
tempArray(10) = matsw(2, 4, i) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, i)
tempArray(5) = matsw(3, 2, i)
tempArray(8) = matsw(3, 3, i)
tempArray(11) = matsw(3, 4, i) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, i)
tempArray(14) = matsw(4, 2, i)
tempArray(15) = matsw(4, 3, i)
tempArray(12) = matsw(4, 4, i)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXForm (xFormArray(1))
Component2.SetXForm (xFormArray(2))
Component3.SetXForm (xFormArray(3))
Component4.SetXForm (xFormArray(4))
Component5.SetXForm (xFormArray(5))
Component6.SetXForm (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2

```

Επίλυση του ευθέως προβλήματος με δεδομένα εισόδου στην ρουτίνα τις τιμές των γωνιών $th(i)$ των αρθρώσεων.

Το επιστρεφόμενο μητρώο (4x4x6) περιλαμβάνει τα ομογενή μητρώα μετασχηματισμού κάθε ενός από τα 6 μέλη.

Κατά τον υπολογισμό του ευθέως προβλήματος γίνεται ταυτόχρονα και η διόρθωση από συντεταγμένες κατά Denavit-Hartenberg σε συντεταγμένες σχεδίασης κάθε μέλους.

©2014

```

Public Sub Redraw_Direct()
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, i)
tempArray(3) = matsw(1, 2, i)
tempArray(6) = matsw(1, 3, i)
tempArray(9) = matsw(1, 4, i) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, i)
tempArray(4) = matsw(2, 2, i)
tempArray(7) = matsw(2, 3, i)
tempArray(10) = matsw(2, 4, i) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, i)
tempArray(5) = matsw(3, 2, i)
tempArray(8) = matsw(3, 3, i)
tempArray(11) = matsw(3, 4, i) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, i)
tempArray(14) = matsw(4, 2, i)
tempArray(15) = matsw(4, 3, i)
tempArray(12) = matsw(4, 4, i)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXForm (xFormArray(1))
Component2.SetXForm (xFormArray(2))
Component3.SetXForm (xFormArray(3))
Component4.SetXForm (xFormArray(4))
Component5.SetXForm (xFormArray(5))
Component6.SetXForm (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2

```

Μετασχηματισμός για κάθε μέλος ανεξάρτητα του ομογενούς μητρώου μετασχηματισμού (4x4) σε διάνυσμα 16 τιμών, μορφή που αναγνωρίζει το σχεδιαστικό πακέτο.

Αποθήκευση των μητρώων 4x4 στην μεταβλητή $xFormArray(i)$ σε μορφή διανύσματος 16 τιμών.

©2014

```

Public Sub Redraw_Direct()
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, i)
tempArray(3) = matsw(1, 2, i)
tempArray(6) = matsw(1, 3, i)
tempArray(9) = matsw(1, 4, i) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, i)
tempArray(4) = matsw(2, 2, i)
tempArray(7) = matsw(2, 3, i)
tempArray(10) = matsw(2, 4, i) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, i)
tempArray(5) = matsw(3, 2, i)
tempArray(8) = matsw(3, 3, i)
tempArray(11) = matsw(3, 4, i) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, i)
tempArray(14) = matsw(4, 2, i)
tempArray(15) = matsw(4, 3, i)
tempArray(12) = matsw(4, 4, i)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2

```

Τοποθέτηση κάθε μέλους στο χώρο με βάση την μεταβλητή xFormArray(i) (διάνυσμα 16 τιμών) ως προς ένα απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
 Ρομποτική**
 Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Ευθές πρόβλημα: Σχεδίαση των μελών του ρομπότ σε θέση και προσανατολισμό στον χώρο με δεδομένο το διάνυσμα των μεταβλητών των γωνιών (th(i))

Σχήμα E23

```

Public Sub Redraw_Direct()
Dim i As Integer
Dim tempArray(16) As Double

Call th2sw(th(1), matsw(1, 1, 1))

' Code For SolidWorks
For i = 1 To 6
tempArray(0) = matsw(1, 1, i)
tempArray(3) = matsw(1, 2, i)
tempArray(6) = matsw(1, 3, i)
tempArray(9) = matsw(1, 4, i) / 1000#
tempArray(1) = matsw(2, 1, i)
tempArray(4) = matsw(2, 2, i)
tempArray(7) = matsw(2, 3, i)
tempArray(10) = matsw(2, 4, i) / 1000#
tempArray(2) = matsw(3, 1, i)
tempArray(5) = matsw(3, 2, i)
tempArray(8) = matsw(3, 3, i)
tempArray(11) = matsw(3, 4, i) / 1000#
tempArray(13) = matsw(4, 1, i)
tempArray(14) = matsw(4, 2, i)
tempArray(15) = matsw(4, 3, i)
tempArray(12) = matsw(4, 4, i)
xFormArray(i) = tempArray
Next i

Component1.SetXform (xFormArray(1))
Component2.SetXform (xFormArray(2))
Component3.SetXform (xFormArray(3))
Component4.SetXform (xFormArray(4))
Component5.SetXform (xFormArray(5))
Component6.SetXform (xFormArray(6))
swDoc.GraphicsRedraw2

```

Επανασχεδίαση όλων των αντικειμένων που ανήκουν στο ενεργό έγγραφο. (swDoc = τρέχον σχέδιο)

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
 Ρομποτική**
 Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Ευθές πρόβλημα: Σχεδίαση των μελών του ρομπότ σε θέση και προσανατολισμό στον χώρο με δεδομένο το διάνυσμα των μεταβλητών των γωνιών (th(i))

Σχήμα E24

```

Subroutine q2th (q, r, th, errcode)
! 13.2.2002
! Input q(1)...q(6)           XYZABC Tsimpidas
! Input r(1)...r(3)           A7271
! Output th(1)...th(6),errcode
! NOTE : There is no angle limit control !

!DECS ATTRIBUTES DLEXPORIT :: q2th
!DECS ATTRIBUTES ALIAS:'q2th' :: q2th

real*8 .intent(in) ::q(6)
real*8 .intent(in) ::r(3)
real*8 .intent(out) ::th(6)
integer*4 .intent(out) ::errcode
real*8, allocatable :: a07(:,:), a76(:,:), a(:,:)
real*8 w,x0,z0
real*8 ang(6),pi,pa(3)
real*8 l2, l3, d3, l4
real*8 r03(3,3),r03inv(3,3),r36(3,3),eulr(3,3)
real*8 th1min, th1max, th2min, th2max, th3min, th3max
real*8 th4min, th4max, th5min, th5max, th6min, th6max
real*8 a1,a2,bb,ab,b2,c2,a32,d2,s3,cth31,cc3,t31
real*8 sth31,sth32,sth33,c3

! Variable Clear
allocate(a07(4,4))
allocate(a76(4,4))
allocate(a(4,4))
th=0.d0
a07=0.d0
a76=0.d0
a=0.d0
w=0.d0
x0=0.d0
z0=0.d0

! Variable Set
pi=4.*datan(1.d0)
l2=280.
l3=615.
l4=540.
d3=0.

```

Δεδομένα εισόδου:
q (i) : XYZABC του άκρου TCP
r (i) : Παράμετροι εργαλείου (TCP/ 6^ο μέλος)

Δεδομένα εξόδου:
th (i) : Τιμές των γωνιών των αρθρώσεων
Errcode: Τιμή σφάλματος για μη ομαλές θέσεις

©2014

```

Subroutine q2th (q, r, th, errcode)
! 13.2.2002
! Input q(1)...q(6)           XYZABC Tsimpidas
! Input r(1)...r(3)           A7271
! Output th(1)...th(6),errcode
! NOTE : There is no angle limit control !

!DECS ATTRIBUTES DLEXPORIT :: q2th
!DECS ATTRIBUTES ALIAS:'q2th' :: q2th

real*8 .intent(in) ::q(6)
real*8 .intent(in) ::r(3)
real*8 .intent(out) ::th(6)
integer*4 .intent(out) ::errcode
real*8, allocatable :: a07(:,:), a76(:,:), a(:,:)
real*8 w,x0,z0
real*8 ang(6),pi,pa(3)
real*8 l2, l3, d3, l4
real*8 r03(3,3),r03inv(3,3),r36(3,3),eulr(3,3)
real*8 th1min, th1max, th2min, th2max, th3min, th3max
real*8 th4min, th4max, th5min, th5max, th6min, th6max
real*8 a1,a2,bb,ab,b2,c2,a32,d2,s3,cth31,cc3,t31
real*8 sth31,sth32,sth33,c3

! Variable Clear
allocate(a07(4,4))
allocate(a76(4,4))
allocate(a(4,4))
th=0.d0
a07=0.d0
a76=0.d0
a=0.d0
w=0.d0
x0=0.d0
z0=0.d0

! Variable Set
pi=4.*datan(1.d0)
l2=280.
l3=615.
l4=540.
d3=0.

```

Μεταβλητές:

- Ορισμός
- Μηδενισμός
- Αρχικοποίηση

©2014

```

th1min=-179.5*pi/180
th1max=145.5*pi/180
th2min=-30.4*pi/180
th2max=135.3*pi/180
th3min=-64.9*pi/180
th3max=213.5*pi/180
th4min=-269.5*pi/180
th4max=89.5*pi/180
th5min=-297.2*pi/180
th5max=-62.8*pi/180
th6min=-359.5*pi/180
th6max=359.5*pi/180

```

Ορισμός ορίων μεταβλητών

! Matrix Define

! 1)A07

```

a07(1,1)=-dcosd(q(4))*dcosd(q(5))
a07(2,1)=dsind(q(4))*dcosd(q(5))
a07(3,1)=dsind(q(5))
a07(4,1)=0.d0

a07(1,3)=-((dcosd(q(4))*dsind(q(5))*dcosd(q(6))-dsind(q(4))*dsind(q(6)))
a07(2,3)=-((dsind(q(4))*dsind(q(5))*dcosd(q(6))+dcosd(q(4))*dsind(q(6)))
a07(3,3)=(dcosd(q(5))*dcosd(q(6)))
a07(4,3)=0.d0

a07(1,2)=-((a07(2,1)*a07(3,3)-a07(3,1)*a07(2,3))
a07(2,2)=-((a07(3,1)*a07(1,3)-a07(1,1)*a07(3,3))
a07(3,2)=-((a07(1,1)*a07(2,3)-a07(2,1)*a07(1,3))
a07(4,2)=0.d0

a07(1,4)=q(1)
a07(2,4)=q(2)
a07(3,4)=q(3)
a07(4,4)=1.d0

```

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
 Ρομποτική**
 Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Συνάρτηση επίλυσης
 αντιστρόφου προβλήματος

Σχήμα E27

```

th1min=-179.5*pi/180
th1max=145.5*pi/180
th2min=-30.4*pi/180
th2max=135.3*pi/180
th3min=-64.9*pi/180
th3max=213.5*pi/180
th4min=-269.5*pi/180
th4max=89.5*pi/180
th5min=-297.2*pi/180
th5max=-62.8*pi/180
th6min=-359.5*pi/180
th6max=359.5*pi/180

```

Υπολογισμός μητρώου A07
 με δεδομένο διάνυσμα q(i)
 θέσης του άκρου TCP

! Matrix Define

! 1)A07

```

a07(1,1)=dcosd(q(4))*dcosd(q(5))
a07(2,1)=dsind(q(4))*dcosd(q(5))
a07(3,1)=dsind(q(5))
a07(4,1)=0.d0

a07(1,3)=-((dcosd(q(4))*dsind(q(5))*dcosd(q(6))-dsind(q(4))*dsind(q(6)))
a07(2,3)=-((dsind(q(4))*dsind(q(5))*dcosd(q(6))+dcosd(q(4))*dsind(q(6)))
a07(3,3)=(dcosd(q(5))*dcosd(q(6)))
a07(4,3)=0.d0

a07(1,2)=-((a07(2,1)*a07(3,3)-a07(3,1)*a07(2,3))
a07(2,2)=-((a07(3,1)*a07(1,3)-a07(1,1)*a07(3,3))
a07(3,2)=-((a07(1,1)*a07(2,3)-a07(2,1)*a07(1,3))
a07(4,2)=0.d0

a07(1,4)=q(1)
a07(2,4)=q(2)
a07(3,4)=q(3)
a07(4,4)=1.d0

```

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
 Ρομποτική**
 Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Συνάρτηση επίλυσης
 αντιστρόφου προβλήματος

Σχήμα E28


```

2) A76
x0=r(1)
z0=-r(2)
w=r(3)
a76(1,1)=dsind(w)
a76(2,1)=dcosd(w)
a76(3,1)=0.d0
a76(4,1)=0.d0
a76(1,2)=-dcosd(w)
a76(2,2)=dsind(w)
a76(3,2)=0.d0
a76(4,2)=0.d0
a76(1,3)=0.d0
a76(2,3)=0.d0
a76(3,3)=1.d0
a76(4,3)=0.d0
a76(1,4)=x0
a76(2,4)=0.d0
a76(3,4)=z0
a76(4,4)=1.d0
3) A06
a=matmul(a07,a76)

```

Υπολογισμός μητρώου A76 με δεδομένο διάνυσμα r(i) μεταβλητών την θέση του άκρου TCP ως προς το 6^ο μέλος, όπως αυτό λαμβάνεται από τον controller του ρομπότ.

©2014

```

2) A76
x0=r(1)
z0=-r(2)
w=r(3)
a76(1,1)=dsind(w)
a76(2,1)=dcosd(w)
a76(3,1)=0.d0
a76(4,1)=0.d0
a76(1,2)=-dcosd(w)
a76(2,2)=dsind(w)
a76(3,2)=0.d0
a76(4,2)=0.d0
a76(1,3)=0.d0
a76(2,3)=0.d0
a76(3,3)=1.d0
a76(4,3)=0.d0
a76(1,4)=x0
a76(2,4)=0.d0
a76(3,4)=z0
a76(4,4)=1.d0
3) A06
a=matmul(a07,a76)

```

Υπολογισμός μητρώου A06 ως γινόμενο του A07 επί το A76:

$$A_0^6 = A_0^7 \cdot A_7^6$$

Άρα:
Ο πίνακας a = A₀⁶

©2014


```

Subroutine th2sw (th, matrixsw)
! 21.6.2000 18:32
! Input : th(6)
! Output: matrixsw(4,4,6)
! NOTE  : There is no angle limit control !
!DEC$ ATTRIBUTES DLLEXPORT :: th2sw
!DEC$ ATTRIBUTES ALIAS:'th2sw' :: th2sw

real*8 ,intent(in) ::th(6)
real*8 ,intent(out) :: matrixsw(4,4,6)
real*8 adh(4,4,6),asw(4,4,6),adhsw(4,4,6),aswdh0(4,4)
real*8 adh_temp(4,4),aswtmpl(4,4),aswtmp(4,4),adhsw_temp(4,4)
real*8 l2, l3, l4
integer m,l,q,i

l2=280.d0
l3=615.d0
l4=540.d0

do m=1,6
do l=1,3
adhsw(4,l,m)=0.d0
adh(4,l,m)=0.d0
end do
adhsw(4,4,m)=1.d0
adh(4,4,m)=1.d0
end do

```

Δεδομένα εισόδου:
th (i) : Τιμές των γωνιών των αρθρώσεων q (i)

Δεδομένα εξόδου:
*Πίνακας (4x4x6) που περιλαμβάνει
 τα ομογενή μητρώα μετασχηματισμού
 καθενός από τα 6 μέλη.*

©2014

```

Subroutine th2sw (th, matrixsw)
! 21.6.2000 18:32
! Input : th(6)
! Output: matrixsw(4,4,6)
! NOTE  : There is no angle limit control !
!DEC$ ATTRIBUTES DLLEXPORT :: th2sw
!DEC$ ATTRIBUTES ALIAS:'th2sw' :: th2sw

real*8 ,intent(in) ::th(6)
real*8 ,intent(out) :: matrixsw(4,4,6)
real*8 adh(4,4,6),asw(4,4,6),adhsw(4,4,6),aswdh0(4,4)
real*8 adh_temp(4,4),aswtmpl(4,4),aswtmp(4,4),adhsw_temp(4,4)
real*8 l2, l3, l4
integer m,l,q,i

l2=280.d0
l3=615.d0
l4=540.d0

do m=1,6
do l=1,3
adhsw(4,l,m)=0.d0
adh(4,l,m)=0.d0
end do
adhsw(4,4,m)=1.d0
adh(4,4,m)=1.d0
end do

```

Μεταβλητές:

- Ορισμός
- Αρχικοποίηση
- Μηδενισμός

©2014

```

aswdh0(1.1)=0.d0
aswdh0(1.2)=-1.d0
aswdh0(1.3)=0.d0
aswdh0(1.4)=0.d0
aswdh0(2.1)=0.d0
aswdh0(2.2)=0.d0
aswdh0(2.3)=1.d0
aswdh0(2.4)=703.d0
aswdh0(3.1)=-1.d0
aswdh0(3.2)=0.d0
aswdh0(3.3)=0.d0
aswdh0(3.4)=0.d0
aswdh0(4.1)=0.d0
aswdh0(4.2)=0.d0
aswdh0(4.3)=0.d0
aswdh0(4.4)=1.d0

adhs(1.1,1)=1.d0
adhs(1.2,1)=0.d0
adhs(1.3,1)=0.d0
adhs(1.4,1)=-280.0d0
adhs(2.1,1)=0.d0
adhs(2.2,1)=1.d0
adhs(2.3,1)=0.d0
adhs(2.4,1)=-199.5d0
adhs(3.1,1)=0.d0
adhs(3.2,1)=0.d0
adhs(3.3,1)=1.d0
adhs(3.4,1)=0.d0

adhs(1.1,2)=1.d0
adhs(1.2,2)=0.d0
adhs(1.3,2)=0.d0
adhs(1.4,2)=-615.0d0
adhs(2.1,2)=0.d0
adhs(2.2,2)=0.d0
adhs(2.3,2)=-1.d0
adhs(2.4,2)=0.d0
adhs(3.1,2)=0.d0
adhs(3.2,2)=1.d0
adhs(3.3,2)=0.d0
adhs(3.4,2)=128.4d0

adhs(1.1,3)=-1.d0
adhs(1.2,3)=0.d0
adhs(1.3,3)=0.d0
adhs(1.4,3)=0.d0
adhs(2.1,3)=0.d0
adhs(2.2,3)=0.d0
adhs(2.3,3)=1.d0
adhs(2.4,3)=0.d0
adhs(3.1,3)=0.d0
adhs(3.2,3)=1.d0
adhs(3.3,3)=0.d0
adhs(3.4,3)=-165.d0

adhs(1.1,4)=0.d0
adhs(1.2,4)=0.d0
adhs(1.3,4)=1.d0
adhs(1.4,4)=0.d0
adhs(2.1,4)=1.d0
adhs(2.2,4)=0.d0
adhs(2.3,4)=0.d0
adhs(2.4,4)=-155.0d0
adhs(3.1,4)=0.d0
adhs(3.2,4)=1.d0
adhs(3.3,4)=0.d0
adhs(3.4,4)=-36.484d0

adhs(1.1,5)=0.d0
adhs(1.2,5)=-1.d0
adhs(1.3,5)=0.d0
adhs(1.4,5)=0.d0
adhs(2.1,5)=0.d0
adhs(2.2,5)=0.d0
adhs(2.3,5)=-1.d0
adhs(2.4,5)=30.d0
adhs(3.1,5)=1.d0
adhs(3.2,5)=0.d0
adhs(3.3,5)=0.d0
adhs(3.4,5)=0.d0

adhs(1.1,6)=0.d0
adhs(1.2,6)=-1.d0
adhs(1.3,6)=0.d0
adhs(1.4,6)=0.d0
adhs(2.1,6)=1.d0
adhs(2.2,6)=0.d0
adhs(2.3,6)=0.d0
adhs(2.4,6)=0.d0
adhs(3.1,6)=0.d0
adhs(3.2,6)=0.d0
adhs(3.3,6)=1.d0
adhs(3.4,6)=90.d0

```

**Μητρώα μετασχηματισμού από
DH σε σύστημα συντεταγμένων ΣΧΕΔΙΟΥ: $A_{i,DH}^{SW}$**

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
Ρομπωτική**
Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Συνάρτηση επίλυσης
ευθέως προβλήματος
(Μητρώα μετασχηματισμού από DH σε σ.σ. Σχεδίου)

Σχήμα E35

! Υπολογισμός Μητρώων $adh(4.4,6)$

$$\left. \begin{aligned} adh(1.1,1) &= dcos(th(1)) \\ adh(1.3,1) &= dsin(th(1)) \\ adh(1.4,1) &= l2 * dcos(th(1)) \\ adh(2.1,1) &= dsin(th(1)) \\ adh(2.3,1) &= -dcos(th(1)) \\ adh(2.4,1) &= l2 * dsin(th(1)) \\ adh(3.2,1) &= 1.d0 \\ adh(3.4,1) &= 0.d0 \end{aligned} \right\} A_0^1 = \begin{bmatrix} cl & 0 & sl & a_1 \cdot cl \\ sl & 0 & -cl & a_1 \cdot sl \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\left. \begin{aligned} adh(1.1,2) &= dcos(th(1)) * dcos(th(2)) \\ adh(1.2,2) &= -dcos(th(1)) * dsin(th(2)) \\ adh(1.3,2) &= dsin(th(1)) \\ adh(1.4,2) &= dcos(th(1)) * dcos(th(2)) * l3 + l2 * dcos(th(1)) \\ adh(2.1,2) &= dsin(th(1)) * dcos(th(2)) \\ adh(2.2,2) &= -dsin(th(1)) * dsin(th(2)) \\ adh(2.3,2) &= -dcos(th(1)) \\ adh(2.4,2) &= dsin(th(1)) * dcos(th(2)) * l3 + l2 * dsin(th(1)) \\ adh(3.1,2) &= dsin(th(2)) \\ adh(3.2,2) &= dcos(th(2)) \\ adh(3.4,2) &= dsin(th(2)) * l3 \end{aligned} \right\} A_0^2 = \begin{bmatrix} cl \cdot c2 & -cl \cdot s2 & sl & a_1 \cdot cl + a_2 \cdot cl \cdot c2 \\ sl \cdot c2 & -sl \cdot s2 & -cl & a_1 \cdot sl + a_2 \cdot sl \cdot c2 \\ s2 & c2 & 0 & a_2 \cdot s2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\left. \begin{aligned} adh(1.1,3) &= dcos(th(1)) * dcos(th(2) + th(3)) \\ adh(1.2,3) &= dsin(th(1)) \\ adh(1.3,3) &= dcos(th(1)) * dsin(th(2) + th(3)) \\ adh(1.4,3) &= dcos(th(1)) * dcos(th(2)) * l3 + l2 * dcos(th(1)) \\ adh(2.1,3) &= dsin(th(1)) * dcos(th(2) + th(3)) \\ adh(2.2,3) &= -dcos(th(1)) \\ adh(2.3,3) &= dsin(th(1)) * dsin(th(2) + th(3)) \\ adh(2.4,3) &= dsin(th(1)) * dcos(th(2)) * l3 + l2 * dsin(th(1)) \\ adh(3.1,3) &= dsin(th(2) + th(3)) \\ adh(3.3,3) &= -dcos(th(2) + th(3)) \\ adh(3.4,3) &= dsin(th(2)) * l3 \end{aligned} \right\} A_0^3 = \begin{bmatrix} cl \cdot c23 & sl & cl \cdot s23 & a_1 \cdot cl + a_2 \cdot cl \cdot c2 \\ sl \cdot c2 & -cl & sl \cdot s23 & a_1 \cdot sl + a_2 \cdot sl \cdot c2 \\ s23 & 0 & -c23 & a_2 \cdot s2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

©2014



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
**Συστήματα Παραγωγής
Ρομπωτική**
Δρ. Σαγρής Δημήτριος

Συνάρτηση επίλυσης
ευθέως προβλήματος
(Μητρώα μετασχηματισμού 4x4)

Σχήμα E36

```

adsin(th(1))*l3*acos(th(2))+adsin(th(1))*l2
adh(3,1,6)=dcos(th(6))*dsin(th(2)+th(3))*&
dcos(th(4))*dcos(th(5))-dcos(th(6))*&
dcos(th(2)+&
th(3))*dsin(th(5))+dsin(th(2)+th(3))*&
dsin(th(4))*dsin(th(6))
adh(3,2,6)=-dsin(th(6))*dsin(th(2)+th(3))*&
dcos(th(4))*dcos(th(5))+dsin(th(6))*&
dcos(th(2)+&
th(3))*dsin(th(5))+dsin(th(2)+th(3))*&
dsin(th(4))*dcos(th(6))
adh(3,3,6)=dsin(th(2)+th(3))*dcos(th(4))*&
dsin(th(5))+dcos(th(2)+th(3))*dcos(th(5))
adh(3,4,6)=-dcos(th(2)+th(3))*l4+l3*dsin(th(2))

```

$$A_0^6 = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

```

do m=1,6
do l=1,4
do q=1,4
adh_temp(l,q)=adh(l,q,m)
adhs_w_temp(l,q)=adhs_w(l,q,m)
enddo
enddo
aswtmp1=matmul(adh_temp,adhs_w_temp)
aswtmp=matmul(aswdh0,aswtmp1)
do l=1,4
do q=1,4
matrixsw(l,q,m)=aswtmp(l,q)
enddo
enddo
enddo

```

Υπολογισμός μητρώων A
ανάλογα για κάθε μέλος (i)
ως γινόμενο του A_0^{iDH} επί το A_{iDH}^{SW} :

$$A_0^{iSW} = A_0^{iDH} \cdot A_{iDH}^{SW}$$

©2014