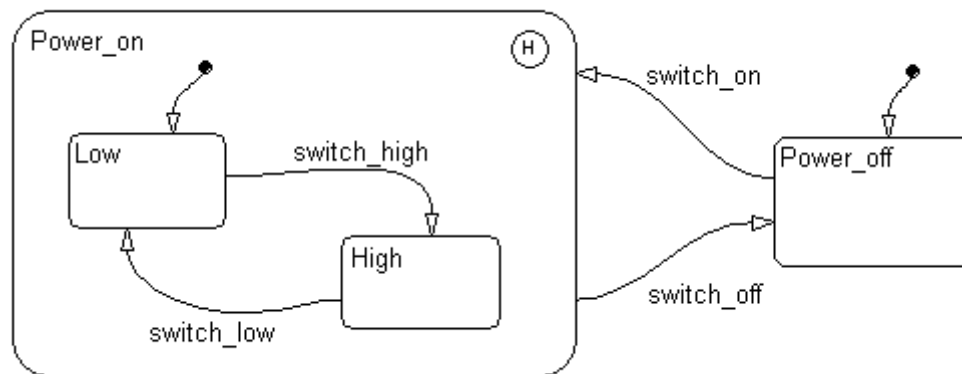


Σύντομη Εισαγωγή στο Stateflow

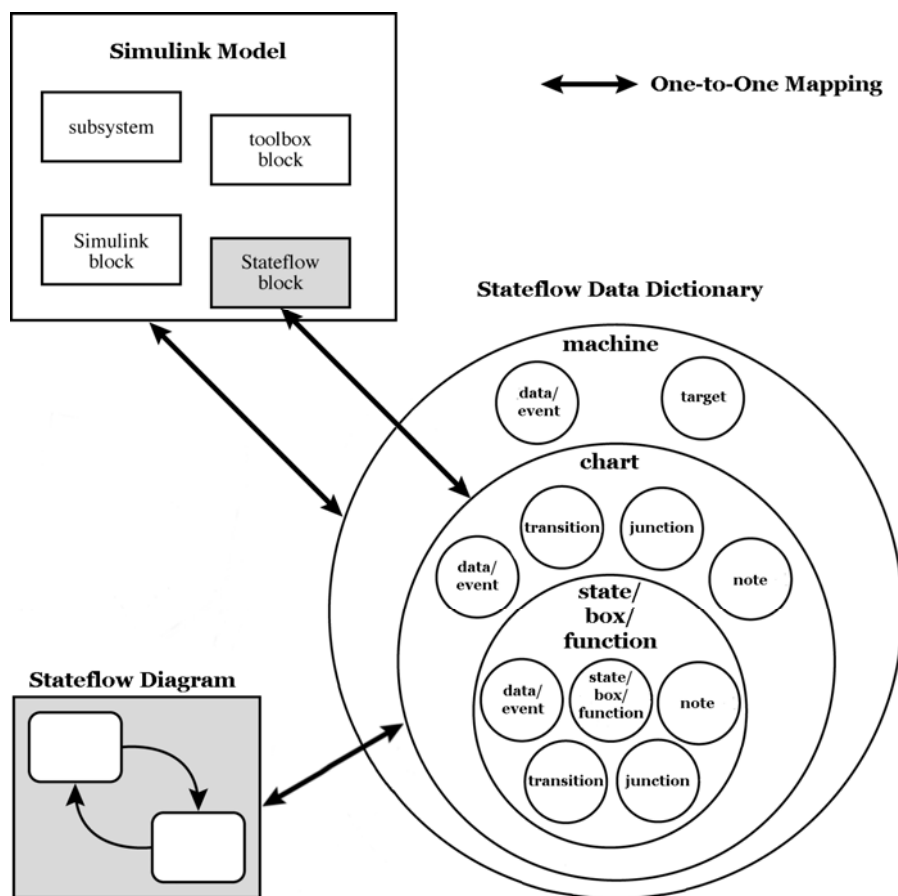
Μια *μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων* (*finite state machine - FSM*) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τη συμπεριφορά ενός συστήματος διακριτού χρόνου το οποίο αποκρίνεται σε *γεγονότα* (*events*) που δέχεται από το περιβάλλον του. Το σύστημα μεταβαίνει από μια κατάσταση σε μια άλλη αν ικανοποιείται μια συγκεκριμένη συνθήκη. Συνήθως χρησιμοποιείται ένας πίνακας αληθείας για να καθορίσει τη σχέση ανάμεσα στις εισόδους, τις εξόδους και τις καταστάσεις μιας FSM. Όταν αυξηθεί η πολυπλοκότητα της FSM, η χρήση του πίνακα αληθείας δεν είναι η καλύτερη δυνατή μέθοδος και στην περίπτωση αυτή η συμπεριφορά του συστήματος προσδιορίζεται σύμφωνα με τις συνθήκες και τα σήματα που σχετίζονται με τη μετάβαση από τη μία κατάσταση στην άλλη. Σε κάθε χρονική στιγμή προσδιορίζεται η ενεργή κατάσταση του συστήματος, σύμφωνα με τα γεγονότα που έχουν προηγηθεί και τη δομή της FSM.

Το Stateflow είναι ένα γραφικό εργαλείο σχεδίασης και ανάπτυξης συστημάτων διακριτού χρόνου τα οποία μπορούν να υλοποιηθούν από μία ή περισσότερες μηχανές πεπερασμένων καταστάσεων. Η χρήση του Stateflow επιτρέπει τη μοντελοποίηση πολύπλοκων διαδραστικών συστημάτων με ένα ή περισσότερα *διαγράμματα καταστάσεων*. Ένα διάγραμμα του Stateflow είναι μια γραφική αναπαράσταση μιας FSM, όπου οι *καταστάσεις* (*states*) και οι *μεταβάσεις* (*transitions*) αποτελούν τα βασικά δομικά στοιχεία του συστήματος. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται ένα παράδειγμα μιας FSM σύμφωνα με το Stateflow.



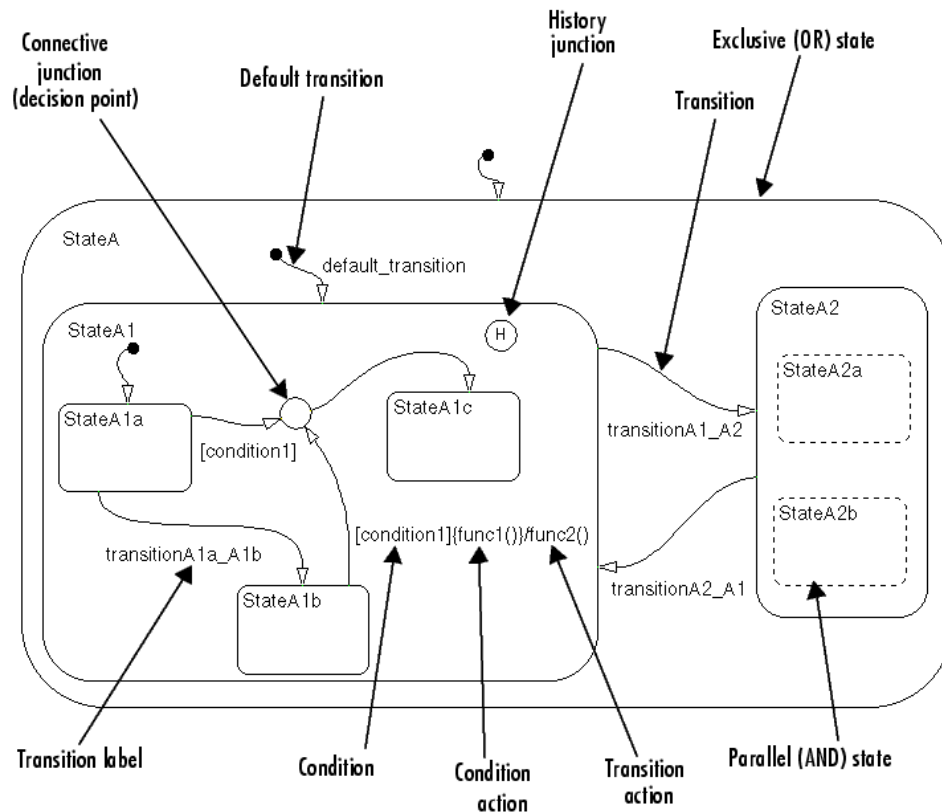
Το Stateflow επιτρέπει την παρουσίαση ιεραρχικών δομών, δομών παραλληλίας καθώς και δομών που αξιοποιούν την ιστορία του συστήματος. Η ιεραρχική δομή επιτρέπει την οργάνωση πολύπλοκων συστημάτων ορίζοντας σχέσεις εξάρτησης ανάμεσα στα επιμέρους τμήματα του συστήματος, π.χ. ορίζοντας καταστάσεις εσωτερικά σε άλλες καταστάσεις υψηλότερου επιπέδου. Ένα σύστημα με δομές παραλληλίας μπορεί να έχει πολλαπλές, ορθογώνιες καταστάσεις, που να είναι ταυτόχρονα ενεργές. Οι δομές που αξιοποιούν την ιστορία του συστήματος επιτρέπουν να οριστεί η νέα κατάσταση του συστήματος όχι μόνο με βάση τα τρέχοντα γεγονότα αλλά και από την μέχρι τώρα ιστορία του συστήματος.

Το Stateflow χρησιμοποιεί ένα σύνολο αντικειμένων και κανόνων που καθορίζουν τη σχέση ανάμεσα στα επιμέρους αντικείμενα του. Μια μηχανή Stateflow είναι μια συλλογή από Stateflow αντικείμενα (π.χ. FSMs, διαγράμματα ροής, συναρτήσεις κλπ.) και αλληλεπιδρά με άλλες Stateflow μηχανές ή συναρτήσεις Simulink στα πλαίσια ενός μοντέλου Simulink. Το διάγραμμα Stateflow αποτελείται από γραφικά αντικείμενα (π.χ. καταστάσεις, συναρτήσεις, μεταβάσεις, σημεία απόφασης και στοιχεία καταγραφής τελευταίας ενεργοποίησης) και μη γραφικά αντικείμενα (π.χ. γεγονότα και δεδομένα). Κάθε μηχανή Stateflow έχει τη δική της ιεραρχική δομή και περιέχει γραφικά και μη γραφικά αντικείμενα. Το λεξικό δεδομένων του Stateflow αποτελεί την εσωτερική αντιστοίχιση όλων των αντικειμένων Stateflow που βρίσκονται μέσα σε ένα μοντέλο Simulink. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τη σχέση των επιμέρους αντικειμένων και πως αυτά μπορούν να συσχετιστούν. Π.χ., δεδομένα και γεγονότα σχετίζονται με μια μηχανή, ένα διάγραμμα ή μια κατάσταση. Μόλις προσδιοριστεί η σχέση συγγένειας ενός αντικειμένου με ένα άλλο, υψηλότερου επιπέδου αντικείμενο, τότε το αντικείμενο αυτό είναι γνωστό σε ολόκληρη την ιεραρχία, δηλ. από το υψηλότερου επιπέδου αντικείμενο και κάτω. Π.χ. αν ένα αντικείμενο δεδομένων σχετιστεί με μια μηχανή, τότε το αντικείμενο αυτό είναι προσπελάσιμο από τη μηχανή αλλά και από κάθε διάγραμμα και κάθε κατάσταση που περιέχεται σε αυτή τη μηχανή.



Αντικείμενα Διαγραμμάτων Stateflow

Τα βασικά γραφικά και μη γραφικά αντικείμενα των διαγραμμάτων Stateflow παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί και αναλύονται στη συνέχεια.



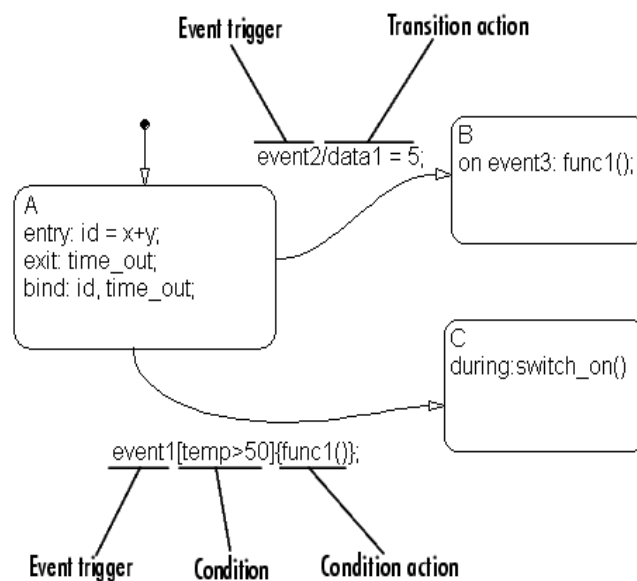
Καταστάσεις (States)

Μια State αφορά τον τρόπο/κατάσταση λειτουργίας του συστήματος. Το εάν μια State είναι ενεργή ή όχι καθορίζεται από τα γεγονότα και τις συνθήκες του συστήματος. Κάθε State έχει ένα όνομα και σχετίζεται με ενέργειες που πραγματοποιούνται όταν ενεργοποιείται η κατάσταση, κατά τη διάρκεια που το σύστημα μένει στην κατάσταση, όταν το σύστημα φεύγει από την κατάσταση και όταν συμβεί ένα γεγονός και το σύστημα είναι στην συγκεκριμένη κατάσταση. Καταστάσεις του ίδιου επιπέδου μπορούν να είναι είτε παράλληλες (AND states) ή αμοιβαία αποκλειόμενες (OR states).

Μεταβάσεις (Transitions)

Η μετάβαση (transition) είναι ένα γραφικό αντικείμενο που συσχετίζει άλλα γραφικά αντικείμενα (συνήθως states) μεταξύ τους. Η μια άκρη μιας transition προσδιορίζει το αντικείμενο πηγής ενώ η άλλη άκρη της transition προσδιορίζει το αντικείμενο προορισμού. Μια transition συνήθως έχει μια ετικέτα (transition label) που προσδιορίζει κάτω από ποιές συνθήκες θα γίνει η μετάβαση και ποιες ενέργειες σχετίζονται με τη συγκεκριμένη transition. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται η μορφή που μπορεί να έχει μια transition label:

Event [Condition] {Condition action} / Transition action



Το Event προσδιορίζει πιο γεγονός μπορεί να ενεργοποιήσει τη μετάβαση, η Condition καθορίζει τη συνθήκη που επίσης πρέπει να ικανοποιείται για να πραγματοποιηθεί η μετάβαση, ενώ η Condition action προσδιορίζει την ενέργεια που πρέπει να γίνει όταν ικανοποιείται η Condition. Τέλος, η Transition action καθορίζει τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν όταν γίνει η μετάβαση. Μια ετικέτα (transition label) μπορεί να περιέχει όλα ή ορισμένα από τα παραπάνω στοιχεία.

Στις περιπτώσεις όπου το διάγραμμα αποτελείται από αμοιβαία αποκλειόμενες καταστάσεις (OR states) του ίδιου επιπέδου, τότε χρησιμοποιείται η Default Transition για να προσδιορίσει ποια από τις καταστάσεις αυτές θα χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει ασάφεια (π.χ. στη διαδικασία της αρχικοποίησης).

Γεγονότα (Events)

Η εκτέλεση ενός διαγράμματος Stateflow καθορίζεται από τα γεγονότα (events), τα οποία είναι μη γραφικά αντικείμενα. Στο Stateflow καθορίζονται τα events στα οποία αποκρίνεται το σύστημα. Ένα event μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα είτε την αλλαγή κατάστασης είτε/και την πραγματοποίηση κάποιας ενέργειας. Η διάδοση των events ακολουθεί την top-down προσέγγιση, δηλ. ένα γεγονός διαδίδεται στις σχετιζόμενες διαδικασίες από το υψηλότερο προς το χαμηλότερο επίπεδο. Τα events μπορεί να είναι τοπικά στο διάγραμμα Stateflow, είσοδοι από το Simulink μοντέλο, έξοδοι προς το Simulink μοντέλο κλπ.

Δεδομένα (Data)

Τα αντικείμενα δεδομένων (data) χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αριθμητικών τιμών και είναι επίσης μη γραφικά αντικείμενα. Τα data μπορεί να είναι τοπικά στο διάγραμμα Stateflow, είσοδοι από το Simulink μοντέλο, έξοδοι προς το Simulink μοντέλο, σταθερές, μεταβλητές από τον χώρο εργασίας της Matlab κλπ.

Συνθήκες (Conditions)

Μια *συνθήκη* (condition) είναι μια Boolean έκφραση που μπορεί να είναι *αληθής* ή *ψευδής*. Μια ή περισσότερες conditions καθορίζουν αν θα γίνει μια μετάβαση. Η μετάβαση πραγματοποιείται μόνο αν η αντίστοιχη Boolean έκφραση είναι αληθής.

Σημεία απόφασης (Decision points, Connective Junctions)

Τα σημεία απόφασης (decision points, connective junctions), τα οποία είναι γραφικά αντικείμενα, χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ροής ενός διαγράμματος Stateflow και αντιπροσωπεύουν εναλλακτικούς τρόπους για να καθοριστεί η λειτουργικότητα μιας FSM. Μια μετάβαση μπορεί να γίνει από μια κατάσταση ή από ένα σημείο απόφασης σε μια άλλη κατάσταση ή σε ένα άλλο σημείο απόφασης.

Στοιχείο καταγραφής τελευταίας ενεργοποίησης (History Junction)

Αν μια κατάσταση ανώτερου επιπέδου (superstate) περιέχει αμοιβαία αποκλειόμενες καταστάσεις (OR states), τότε η χρήση του history junction καθορίζει ότι όταν ληφθεί νέο γεγονός εισόδου στην superstate τότε από τις αμοιβαία αποκλειόμενες καταστάσεις θα ενεργοποιηθεί η κατάσταση που είχε χρησιμοποιηθεί τελευταία.

Ενέργειες (Actions)

Οι *ενέργειες* (actions) πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του διαγράμματος Stateflow, είτε αυτό αφορά κάποια μετάβαση είτε τη δραστηριότητα κάποιας κατάστασης.