Implementacja wzorca Matlab/Simulink

przez

Ulf Jeppsson, IEA, LTH, Szwecja

Należy pamiętać, że ten dokument może nie być całkowicie aktualny, ale nadal może zawierać pewne wskazówki dotyczące korzystania z modeli. Jest spokrewniony z oryginalnym BSM1, który obecnie został nieco unowocześniony. Jednak większość zasad nadal obowiązuje.

WSTĘP

Dostarczone tutaj pliki porównawcze są dokładną implementacją tego, co opisano dla projektu porównawczego na stronie http://www.benchmarkwwtp.org. Należy zauważyć, że istnieją pewne niewielkie różnice w porównaniu z wcześniejszą wersją BSM1, która została wykorzystana do wygenerowania wyników opisanych w książce COST Benchmark (Copp i in., 2002). Powinieneś najpierw bardzo dokładnie przestudiować dokumenty znajdujące się na stronie internetowej, aby zdać sobie sprawę, do czego ma służyć ta implementacja. Dostarczone modele powinny działać poprawnie z Matlabem R2019b i nowszymi wersjami. Nie potrzebujesz osobnego kompilatora C, zamiast tego użyj wbudowanego kompilatora C Matlaba (kompilator MinGW, który można pobrać z dodatków Matlab).

ROZPAKOWANIE PLIKÓW

Pliki zostały spakowane przy użyciu zip. Po prostu rozpakuj plik za pomocą dowolnego oprogramowania, którego zwykle używasz do tego celu.

OPISY PLIKÓW

Po rozpakowaniu plików w katalogu głównym (benchmarku) znajdziesz pliki powiązane z podejściem w zamkniętej pętli, tj. gdy symulujemy oczyszczalnię ścieków przy użyciu aktywnych sterowników. W podkatalogu openloop dostępne są pliki służące do symulacji instalacji bez aktywnego sterowania. W podkatalogu influent\_files znajdują się różne pliki danych wpływowych w formacie ascii na wypadek konieczności ich ponownego wygenerowania. Można je także pobrać ze strony głównej Benchmarku.

Dostępne są trzy modele Simulink:

• openloop.mdl – symuluj instalację bez sterowania, tj. w otwartej pętli;

• benchmarkss.mdl – symuluj instalację z aktywnymi sterownikami (pętla zamknięta), ale bez zakłóceń i opóźnienia sygnałów pomiarowych. Model ten służy do szybkiego określenia wartości stanu quasi ustalonego przed wykonaniem rzeczywistego testu porównawczego);

• benchmark.mdl – symuluj instalację z aktywnym sterowaniem (pętla zamknięta), włączając hałas i opóźnienia.

Dostępnych jest pięć plików C:

• asm1.c – plik C zawierający numer modelu AS. 1;

• osadnik1dv4.c – plik C dla 10-warstwowego jednowymiarowego modelu osadnika;

• Combiner.c – dodaje dwa osobne przepływy w jeden na podstawie obciążeń;

• carboncombiner.c – dodaje zewnętrzny przepływ węgla do reszty ścieków;

• hyddelayv3.c – specjalna funkcja opóźnienia (bardzo szybki filtr wykładniczy pierwszego rzędu), pozwalająca uniknąć pętli algebraicznych.

Zanim będzie można użyć modeli, należy skompilować te pięć plików na komputerze lokalnym za pomocą polecenia Matlab mex (użyj skryptu mexall).

Dostępne są cztery pliki danych wejściowych (+ plik szumów czujnika):

• constinfluent.mat – plik wpływowy o stałej wartości;

• dryinfluent.mat – plik danych o suchej pogodzie z dwóch tygodni (próbki 15 min);

•storminfluent.mat – plik danych o pogodzie sztormowej z dwóch tygodni (próbki 15 min);

• Raininfluent.mat – plik danych o pogodzie deszczowej z dwóch tygodni (próbki 15-minutowe).

Pliki te prawdopodobnie należy odtworzyć, ponieważ format danych binarnych w Matlabie zwykle różni się nieco w zależności od platformy. W podkatalogu influent\_files możesz uruchomić konwersję m-pliku. Spowoduje to utworzenie nowych wersji binarnych plików danych i zapisanie ich w katalogu głównym. Wszystkie pliki danych zawierają 15 kolumn w następującej kolejności:

czas, Si, Ss, Xi, Xs, Xbh, Xba, Xp, So, Sno, Snh, Snd, Xnd, Salk, przepływ

URUCHOMIENIE TESTU BENCHMARKOWEGO

Po ponownej kompilacji plików C i ponownym wygenerowaniu plików danych można rozpocząć test porównawczy. Pomysł jest taki, aby umieścić ścieżkę do katalogu benchmarku w ścieżce Matlaba, a następnie zmienić katalog (polecenie Matlab cd) do podkatalogów openloop lub influent\_files, jeśli musisz tu pracować.

• uruchomić Matlaba (dobrze jest uruchomić go z katalogu benchmarku);

• benchmark poleceń (pojawi się okno Simulink);

• polecenie benchmarkinit (inicjuje wszystkie zmienne i parametry, ładuje pliki danych itp. Plik asm1init.m zawiera wszystkie zmienne i parametry dotyczące modelu ASM1, Setrinit.m wszystko dla osadnikamodell, reginit.m wszystko dla kontrolerów itd. NA). Jeśli uruchamiasz openloop z tego podkatalogu, zamiast tego inicjujesz system za pomocą polecenia openloopinit;

• wpisz nazwę pliku danych wejściowych, którego chcesz użyć (CONSTINFLUENT, DRYINFLUENT, RAININFLUENT lub STORMINFLUENT);

• w parametrach okna Simulink wybierz czas symulacji, częstotliwość przechowywania danych itp. (jeśli używasz otwartej pętli lub testów porównawczych ze stałym wejściem, użyj solwera ode15s, ale użyj ode45, jeśli używasz dynamicznych danych wejściowych lub aktywnego szumu);

• rozpocznij symulację i pozwól jej zakończyć. Symulacja 14 dni powinna zająć od 1 do 5 minut, w zależności od wydajności komputera (jeśli uruchamiasz pętlę otwartą lub testy porównawcze ze stałym wejściem, symulacja 100-150 dni i określenie stanu ustalonego powinna zająć tylko kilka sekund);

• po symulacji wszystkie dane są zapisywane w przestrzeni roboczej Matlaba, a nie w plikach. Użyj polecenia who, aby zobaczyć, jakie zmienne są dostępne.

• Podczas porównywania z wartościami w arkuszu kalkulacyjnym programu Excel (folder Wyniki) mogą wystąpić drobne różnice. Przed porównaniem wyników postępuj zgodnie z instrukcjami w programie Excel. Dostępne są również przydatne polecenia do analizy:

• statevalues – polecenie wypisuje na ekranie listę wszystkich wartości wszystkich zmiennych stanu dla ostatniej próbki czasowej najnowszej symulacji (statevaluesol dla przypadku otwartej pętli);

• stateset – to polecenie zapisuje wszystkie zmienne drukowane przez wartości stanu do pliku o nazwie States.mat, a także ustawia je w obszarze roboczym, dzięki czemu benchmark jest gotowy do nowej symulacji (jest to bardzo przydatne, gdy chcesz ponownie uruchomić symulacje dla różnych przypadkach i chcesz mieć pewność, że zawsze zaczynasz od tych samych wartości początkowych, po prostu ładujesz plik States.mat i rozpoczynasz symulację). Użyj statesetol dla przypadku otwartej pętli;

• wszystkie zmienne można łatwo wykreślić za pomocą poleceń typu SHNplot, SSplot, sensorplot itp. (przejrzyj wszystkie m-pliki, których nazwy kończą się na plot.m). Czas rozpoczęcia i zakończenia wykresów podajesz poprzez ustawienie wartości dwóch zmiennych o tych nazwach w obszarze roboczym Matlaba;

• perf\_plant – drukuje na ekranie wartości wszystkich kryteriów wydajności odnoszących się do całej instalacji zgodnie z definicjami na stronie internetowej;

• perf\_controller – to samo co perf\_plant, ale wypisuje na ekranie wydajność wszystkich kontrolerów i ich uchwytów sterujących.

W zasadzie wszystkie parametry i zmienne są zdefiniowane w różnych plikach m, a rzeczywiste okna Simulink i zawarte w nich modele nigdy nie wymagają dostosowywania (chyba że chcesz przebudować układ instalacji lub coś podobnego). W Simulinku definiujesz tylko parametry związane z solwerem i nazwę pliku danych wejściowych, którego należy użyć.

UWAGI KOŃCOWE

Przeczytaj uważnie dokument dotyczący benchmarkingu znajdujący się na stronie internetowej. Spróbuj zrozumieć strukturę różnych m-plików, aby zrozumieć, w jaki sposób są one ze sobą powiązane. Spróbuj uruchomić zarówno openloop, testy porównawcze, jak i testy porównawcze, aby upewnić się, że wszystko działa. Możesz porównać swoje wyniki z wynikami podanymi na stronie internetowej oraz wynikami podanymi w katalogu Wyniki.

Kiedy będziesz mieć pewność, że rozumiesz tę implementację wzorcową, możesz zacząć dodawać własne strategie sterowania i próbować poprawić ogólną wydajność instalacji.

Powodzenia!