

Makroekonomia Zaawansowana

Ćwiczenia 6 – Symulacje stochastyczne i deterministyczne

Andrzej Torój

Instytut Ekonometrii – Zakład Ekonometrii Stosowanej

Plan ćwiczeń

- 1 Symulacje stochastyczne i deterministyczne
- 2 Uporczywe wstrząsy
- 3 Analizy wrażliwości
- 4 Zadanie

Plan prezentacji

- 1 Symulacje stochastyczne i deterministyczne
- 2 Uporczywe wstrząsy
- 3 Analizy wrażliwości
- 4 Zadanie

Symulacja stochastyczna (1)

- Narzędzie, które już znamy: **stoch_simul**.
- Polega na wylosowaniu ścieżek wstrząsów o zadanej długości (**periods**) na podstawie zadanych wariancji. Wstrząsy są losowane z rozkładu normalnego o wartości oczekiwanej 0.
- Na podstawie tak wylosowanej ścieżki wstrząsów symulowany jest przebieg zmiennych endogenicznych.
- By to zrobić, Dynare rozwiązuje model, tzn. wyraża wektor zmiennych endogenicznych ustalanych w okresie t jako funkcję przeszłości oraz bieżących wartości wstrząsów. Z modelu usuwane są natomiast zmienne w postaci oczekiwań. (Algorytmem, który pozwala to zrobić, zajmiemy się przy temacie 7.)

Symulacja stochastyczna (1)

- Narzędzie, które już znamy: **stoch_simul**.
- Polega na wylosowaniu ścieżek wstrząsów o zadanej długości (**periods**) na podstawie zadanych wariancji. Wstrząsy są losowane z rozkładu normalnego o wartości oczekiwanej 0.
- Na podstawie tak wylosowanej ścieżki wstrząsów symulowany jest przebieg zmiennych endogenicznych.
- By to zrobić, Dynare rozwiązuje model, tzn. wyraża wektor zmiennych endogenicznych ustalanych w okresie t jako funkcję przeszłości oraz bieżących wartości wstrząsów. Z modelu usuwane są natomiast zmienne w postaci oczekiwań. (Algorytmem, który pozwala to zrobić, zajmiemy się przy temacie 7.)

Symulacja stochastyczna (1)

- Narzędzie, które już znamy: **stoch_simul**.
- Polega na wylosowaniu ścieżek wstrząsów o zadanej długości (**periods**) na podstawie zadanych wariancji. Wstrząsy są losowane z rozkładu normalnego o wartości oczekiwanej 0.
- Na podstawie tak wylosowanej ścieżki wstrząsów symulowany jest przebieg zmiennych endogenicznych.
- By to zrobić, Dynare rozwiązuje model, tzn. wyraża wektor zmiennych endogenicznych ustalanych w okresie t jako funkcję przeszłości oraz bieżących wartości wstrząsów. Z modelu usuwane są natomiast zmienne w postaci oczekiwań. (Algorytmem, który pozwala to zrobić, zajmiemy się przy temacie 7.)

Symulacja stochastyczna (1)

- Narzędzie, które już znamy: **stoch_simul**.
- Polega na wylosowaniu ścieżek wstrząsów o zadanej długości (**periods**) na podstawie zadanych wariancji. Wstrząsy są losowane z rozkładu normalnego o wartości oczekiwanej 0.
- Na podstawie tak wylosowanej ścieżki wstrząsów symulowany jest przebieg zmiennych endogenicznych.
- By to zrobić, Dynare rozwiązuje model, tzn. wyraża wektor zmiennych endogenicznych ustalanych w okresie t jako funkcję przeszłości oraz bieżących wartości wstrząsów. Z modelu usuwane są natomiast zmienne w postaci oczekiwań. (Algorytmem, który pozwala to zrobić, zajmiemy się przy temacie 7.)

Symulacja stochastyczna (2)

- Z takiej analizy odczytać można wariancje, korelacje i autokorelacje zmiennych endogenicznych oraz zdekomponować wariancję tych zmiennych na części zależne od poszczególnych wstrząsów.
- Dynare wyznacza przy okazji funkcje odpowiedzi wszystkich zmiennych endogenicznych na wszystkie impulsy o sile 1 odchylenia standardowego oraz prezentuje ich wykresy. Długość wyświetlanych odpowiedzi można zadać (**irf**), a wyświetlanie wykresów - zablokować (**nograph**).
`stoch_simul(periods=3000,irf=15,nograph);`

Symulacja stochastyczna (2)

- Z takiej analizy odczytać można wariancje, korelacje i autokorelacje zmiennych endogenicznych oraz zdekomponować wariancję tych zmiennych na części zależne od poszczególnych wstrząsów.
- Dynare wyznacza przy okazji funkcje odpowiedzi wszystkich zmiennych endogenicznych na wszystkie impulsy o sile 1 odchylenia standardowego oraz prezentuje ich wykresy. Długość wyświetlanych odpowiedzi można zadać (**irf**), a wyświetlanie wykresów - zablokować (**nograph**).
`stoch_simul(periods=3000,irf=15,nograph);`

Symulacja deterministyczna (1)

- Tutaj niczego nie losujemy. Przeciwnie, ścieżki wstrząsów określamy z góry w całym okresie symulacji. Wstrząsy przyjmują więc raczej rolę zmiennych egzogenicznych.
- Określamy też wartości początkowe dla symulacji oraz liczbę symulowanych okresów.
- Kluczowe znaczenie ma założenie o oczekiwaniach podmiotów gospodarczych typu *perfect foresight*: gospodarstwa domowe i producenci znają z góry ścieżki wstrząsów / zmiennych egzogenicznych i dokładnie takie oczekiwania formują, nie myląc się przy tym.
- Zauważmy, że w przypadku symulacji stochastycznej rozwiązanie modelu przewiduje jedynie znajomość przez podmioty gospodarcze wartości oczekiwanej przyszłych wstrząsów, ale nie ich realizacji.
 - To oznacza, że symulacja deterministyczna (a nie IRF) jest narzędziem właściwym do tego, by oceniać skutki wstrząsów przewidywalnych z wyprzedzeniem...
 - ...gdyż takie wstrząsy mogą zacząć oddziaływać kanałem oczekiwań wcześniej niż faktycznie występują.

Symulacja deterministyczna (1)

- Tutaj niczego nie losujemy. Przeciwnie, ścieżki wstrząsów określamy z góry w całym okresie symulacji. Wstrząsy przyjmują więc raczej rolę zmiennych egzogenicznych.
- Określamy też wartości początkowe dla symulacji oraz liczbę symulowanych okresów.
- Kluczowe znaczenie ma założenie o oczekiwaniach podmiotów gospodarczych typu *perfect foresight*: gospodarstwa domowe i producenci znają z góry ścieżki wstrząsów / zmiennych egzogenicznych i dokładnie takie oczekiwania formują, nie myląc się przy tym.
- Zauważmy, że w przypadku symulacji stochastycznej rozwiązanie modelu przewiduje jedynie znajomość przez podmioty gospodarcze wartości oczekiwanej przyszłych wstrząsów, ale nie ich realizacji.
 - To oznacza, że symulacja deterministyczna (a nie IRF) jest narzędziem właściwym do tego, by oceniać skutki wstrząsów przewidywalnych z wyprzedzeniem...
 - ...gdyż takie wstrząsy mogą zacząć oddziaływać kanałem oczekiwań wcześniej niż faktycznie występują.

Symulacja deterministyczna (1)

- Tutaj niczego nie losujemy. Przeciwnie, ścieżki wstrząsów określamy z góry w całym okresie symulacji. Wstrząsy przyjmują więc raczej rolę zmiennych egzogenicznych.
- Określamy też wartości początkowe dla symulacji oraz liczbę symulowanych okresów.
- Kluczowe znaczenie ma założenie o oczekiwaniach podmiotów gospodarczych typu *perfect foresight*: gospodarstwa domowe i producenci znają z góry ścieżki wstrząsów / zmiennych egzogenicznych i dokładnie takie oczekiwania formują, nie myląc się przy tym.
- Zauważmy, że w przypadku symulacji stochastycznej rozwiązanie modelu przewiduje jedynie znajomość przez podmioty gospodarcze wartości oczekiwanej przyszłych wstrząsów, ale nie ich realizacji.
 - To oznacza, że symulacja deterministyczna (a nie IRF) jest narzędziem właściwym do tego, by oceniać skutki wstrząsów przewidywalnych z wyprzedzeniem...
 - ...gdyż takie wstrząsy mogą zacząć oddziaływać kanałem oczekiwań wcześniej niż faktycznie występują.

Symulacja deterministyczna (1)

- Tutaj niczego nie losujemy. Przeciwnie, ścieżki wstrząsów określamy z góry w całym okresie symulacji. Wstrząsy przyjmują więc raczej rolę zmiennych egzogenicznych.
- Określamy też wartości początkowe dla symulacji oraz liczbę symulowanych okresów.
- Kluczowe znaczenie ma założenie o oczekiwaniach podmiotów gospodarczych typu *perfect foresight*: gospodarstwa domowe i producenci znają z góry ścieżki wstrząsów / zmiennych egzogenicznych i dokładnie takie oczekiwania formują, nie myląc się przy tym.
- Zauważmy, że w przypadku symulacji stochastycznej rozwiązanie modelu przewiduje jedynie znajomość przez podmioty gospodarcze wartości oczekiwanej przyszłych wstrząsów, ale nie ich realizacji.
 - To oznacza, że symulacja deterministyczna (a nie IRF) jest narzędziem właściwym do tego, by oceniać skutki wstrząsów przewidywalnych z wyprzedzeniem...
 - ...gdyż takie wstrząsy mogą zacząć oddziaływać kanałem oczekiwań wcześniej niż faktycznie występują.

Symulacja deterministyczna (2)

Startujemy w stanie ustalonym. Wiemy, że za 2 lata nastąpi dodatni wstrząs stóp procentowych, tzn. zostaną one ustalone wyżej niż wynikałoby to z reguły Taylora. Nie spodziewamy się do tego czasu (ani później) żadnych innych wstrząsów.

```
initval;  
y=0;  
pi=0;  
...  
end;  
  
shocks;  
var eps_i;  
periods 9:12;  
values 1;  
end;  
  
simul(periods=40);
```

Include

- Często wykonujemy z danym modelem różne sekwencje poleceń albo “trzon” modelu pozostaje niezmienny, gdy manipulujemy niuansami.
- Aby nie kopiować specyfikacji równań między plikami .mod (co grozi błędami i pominięciami przy wielokrotnych modyfikacjach tej samej treści) możemy wyprowadzić specyfikację “trzonu” modelu do pliku zewnętrznego mod.
- Aby włączyć plik zewnętrzny do pliku .mod, z którym aktualnie pracujemy, stosujemy polecenie (pamiętając o lokalizacji w bieżącym folderze roboczym lub podaniu pełnej ścieżki):

```
@#include "plik_zewnetrzny.mod"
```

Plan prezentacji

- 1 Symulacje stochastyczne i deterministyczne
- 2 Uporczywe wstrząsy
- 3 Analizy wrażliwości
- 4 Zadanie

Wstrząs z autokorelacją: implikacje ekonomiczne

- Jak pamiętamy z tekstu Mutha, decyzje podmiotów gospodarczych mogą się zasadniczo różnić w zależności od tego, czy wstrząs postrzegają jako jednorazowy, czy uporczywy.
- W modelach DSGE najczęściej rozważa się uporczywe wstrząsy zdefiniowane poprzez autoregresję rzędu 1.:

$$\epsilon_t = \rho \epsilon_{t-1} + u_t$$

- W modelu bez oczekiwań konsekwencje takiego wstrząsu w chwili t są takie same jak wstrząsu jednorazowego.
- Jednak w modelu z racjonalnymi oczekiwaniami wiedza o uporczywości wstrząsu, który zaistniał w danym okresie, jest dla podmiotów sygnałem na przyszłość.
- Poprzez kanał oczekiwań możemy się spodziewać odmiennej reakcji na ten sam wstrząs w okresie t , wyłącznie z tytułu oczekiwanej uporczywości wstrząsu, a tym bardziej w następnych okresach, z uwagi na dłuższe oddziaływanie wstrząsu.

Wstrząs z autokorelacją w Dynare

- Gdy chcemy nadać wstrząsom cechy uporczywości wg schematu autoregresji, musimy każdy z nich zamienić na zmienną endogeniczną (**var**), a na to miejsce na listę **varexo** wprowadzić u_t :

```
var y pi i eps_d eps_s eps_i;
varexo u_d u_s u_i;
```

- Równania autokorelacji (tutaj: dla wszystkich ϵ) wpisujemy w bloku **model**:

```
eps_d = rho_d*eps_d(-1) + u_d;
eps_s = rho_s*eps_s(-1) + u_s;
eps_i = rho_i*eps_i(-1) + u_i;
```

- Trzeba też pamiętać, by zdefiniować i nadać wartość parametrom autokorelacji (u nas: ρ_d , ρ_s i ρ_i) i by na liście **shocks** zamienić wariancję **eps** na **u**.

Plan prezentacji

- 1 Symulacje stochastyczne i deterministyczne
- 2 Uporczywe wstrząsy
- 3 Analizy wrażliwości
- 4 Zadanie

Analizy wrażliwości: zastosowanie

- Analizę wrażliwości stosujemy, by zweryfikować, czy uzyskane przez nas w ramach analizy modelu wyniki zmieniają się (i jak bardzo) przy innych założeniach co do np. wartości parametrów modelu.
- Analiza wrażliwości to jedyna linia obrony wyników w sytuacji, gdy nie jesteśmy w stanie zweryfikować wartości parametru lub gdy oszacowano go z dużą niepewnością.
- Można ją też uznać za formę symulacji kontrfaktycznej – co by było, gdyby zmieniła się wartość parametru.
- Przedmiotem analizy wrażliwości mogą być różne wyniki – IRF, funkcje reakcji (*policy and transition functions*), korelacje i autokorelacje zmiennych endogenicznych, wariancje i dowolne inne funkcje parametrów modelu.
- Wrażliwość analizuje się nie tylko ze względu na parametry, ale też np. na specyfikację.

Analizy wrażliwości: zastosowanie

- Analizę wrażliwości stosujemy, by zweryfikować, czy uzyskane przez nas w ramach analizy modelu wyniki zmieniają się (i jak bardzo) przy innych założeniach co do np. wartości parametrów modelu.
- Analiza wrażliwości to jedyna linia obrony wyników w sytuacji, gdy nie jesteśmy w stanie zweryfikować wartości parametru lub gdy oszacowano go z dużą niepewnością.
- Można ją też uznać za formę symulacji kontrfaktycznej – co by było, gdyby zmieniła się wartość parametru.
- Przedmiotem analizy wrażliwości mogą być różne wyniki – IRF, funkcje reakcji (*policy and transition functions*), korelacje i autokorelacje zmiennych endogenicznych, wariancje i dowolne inne funkcje parametrów modelu.
- Wrażliwość analizuje się nie tylko ze względu na parametry, ale też np. na specyfikację.

Analizy wrażliwości: zastosowanie

- Analizę wrażliwości stosujemy, by zweryfikować, czy uzyskane przez nas w ramach analizy modelu wyniki zmieniają się (i jak bardzo) przy innych założeniach co do np. wartości parametrów modelu.
- Analiza wrażliwości to jedyna linia obrony wyników w sytuacji, gdy nie jesteśmy w stanie zweryfikować wartości parametru lub gdy oszacowano go z dużą niepewnością.
- Można ją też uznać za formę symulacji kontrfaktycznej – co by było, gdyby zmieniła się wartość parametru.
- Przedmiotem analizy wrażliwości mogą być różne wyniki – IRF, funkcje reakcji (*policy and transition functions*), korelacje i autokorelacje zmiennych endogenicznych, wariancje i dowolne inne funkcje parametrów modelu.
- Wrażliwość analizuje się nie tylko ze względu na parametry, ale też np. na specyfikację.

Analizy wrażliwości: zastosowanie

- Analizę wrażliwości stosujemy, by zweryfikować, czy uzyskane przez nas w ramach analizy modelu wyniki zmieniają się (i jak bardzo) przy innych założeniach co do np. wartości parametrów modelu.
- Analiza wrażliwości to jedyna linia obrony wyników w sytuacji, gdy nie jesteśmy w stanie zweryfikować wartości parametru lub gdy oszacowano go z dużą niepewnością.
- Można ją też uznać za formę symulacji kontrfaktycznej – co by było, gdyby zmieniła się wartość parametru.
- Przedmiotem analizy wrażliwości mogą być różne wyniki – IRF, funkcje reakcji (*policy and transition functions*), korelacje i autokorelacje zmiennych endogenicznych, wariancje i dowolne inne funkcje parametrów modelu.
- Wrażliwość analizuje się nie tylko ze względu na parametry, ale też np. na specyfikację.

Analizy wrażliwości: zastosowanie

- Analizę wrażliwości stosujemy, by zweryfikować, czy uzyskane przez nas w ramach analizy modelu wyniki zmieniają się (i jak bardzo) przy innych założeniach co do np. wartości parametrów modelu.
- Analiza wrażliwości to jedyna linia obrony wyników w sytuacji, gdy nie jesteśmy w stanie zweryfikować wartości parametru lub gdy oszacowano go z dużą niepewnością.
- Można ją też uznać za formę symulacji kontrfaktycznej – co by było, gdyby zmieniła się wartość parametru.
- Przedmiotem analizy wrażliwości mogą być różne wyniki – IRF, funkcje reakcji (*policy and transition functions*), korelacje i autokorelacje zmiennych endogenicznych, wariancje i dowolne inne funkcje parametrów modelu.
- Wrażliwość analizuje się nie tylko ze względu na parametry, ale też np. na specyfikację.

Analizy wrażliwości: przykład

- Sprawdźmy, w jaki sposób odpowiedź luki produkcji (y) na wstrząs popytowy (u_d) zależy od uporczywości tego wstrząsu. Rozważymy 4 różne wartości ρ_d : 0, 0.25, 0.5 i 0.75.
- Przygotujemy skrypt Matlab/Octave, który czterokrotnie wywoła model w Dynare ze zmienionym parametrem ρ_d i zbierze, a następnie zaprezentuje na wykresie odpowiednie wyniki.
- Aby to zrobić, musimy wiedzieć, jak w Matlabie/Octave:
 - wywoływać sekwencje poleceń zapisane w pliku `.m` (to było na 2. zajęciach...);
 - posługiwać się pętlami (by 4-krotnie wykonać prawie to samo bez pisania długiego kodu – to już było na 1. zajęciach);
 - automatycznie zapisać coś do zewnętrznego pliku tekstowego (by podmieniać wartość ρ_d w pliku `.mod`);
 - zapisywać i ładować przestrzeń roboczą (bo każde wywołanie Dynare ją czyści...);
 - prezentować wyniki na wykresach (to już było na 1. zajęciach – polecenie **plot**).

Zapis do pliku tekstowego (1)

- Zapiszemy do pliku tekstowego `rhos.mod` parametry autokorelacji, by potem włączyć ten plik jako fragment pliku Dynare.
- Kolejne polecenia dopisują do pliku, ale nie nadpisują dotychczasowej zawartości, o ile plik istniał przed uruchomieniem skryptu. By mieć pewność, że plik ma być zapisany od nowa, zaczynamy od:

```
delete('rhos.mod')
```

- Otwieramy nowy plik o nazwie `rhos.mod`, ulokowany w bieżącym katalogu roboczym, do zapisu ('w'):

```
fid = fopen('rhos.mod', 'w');
```

- Do pliku, któremu w poprzednim wierszu nadaliśmy identyfikator *fid*, zapisujemy interesujący nas tekst (drugi argument):

```
fprintf(fid, ['rho_d = ' num2str(rho(ii)) ';\n rho_s = '\n num2str(rho(ii)) ';\n rho_i = ' num2str(rho(ii)) ';\n']);
```

- Zamykamy zapis:

```
fclose(fid);
```

Zapis do pliku tekstowego (2)

Tworząc dynamicznie tekst do zapisania w pliku, skorzystaliśmy z kilku nowych poleceń Matlab/Octave:

- konkatencja: `[...]` – czyli “sklejenie” kilku zmiennych tekstowych we wspólną zmienną tekstową; składowe zmienne są po kolei zapisywane w nawiasie kwadratowym, w apostrofach (jako tekst “sztywny”) i bez apostrofów (jako część tekstu która wynika z aktualnie prowadzonych operacji i nie jest znana z góry)
- `'\n'` – zmiana linii na nową (umieszczane między apostrofami)
- `num2str(...)` – przekształcenie zmiennej liczbowej w tekst (bez tego dostalibyśmy komunikat o błędzie)

Zapisanie i import przestrzeni roboczej

- Zapisanie macierzy i skalarów 'results_y', 'rho', 'horizon', 'ii' do zewnętrznego pliku z przestrzenią roboczą:

```
save('workspace.mat', 'results_y', 'rho',  
'horizon', 'ii');
```

- Aby po prostu zapisać wszystkie pliki z bieżącej przestrzeni roboczej, musielibyśmy:

```
save('workspace.mat');
```

- zauważmy, że podajemy tylko nazwę pliku i tym samym zapisujemy w bieżącym katalogu roboczym; zamiast tego moglibyśmy podać pełną ścieżkę
- Aby wczytać zapisaną przestrzeń roboczą:

```
load('workspace.mat');
```

Dodatkowe wskazówki

- Zauważmy, że liczba przebiegów pętli – mimo użycia “for” – nie jest zapisana na sztywno, a zależy od wymiaru wektora ρ .
 - polecenie `size(x,n)` zwraca n -ty wymiar macierzy x ; w naszym przypadku ρ jest wektorem pionowym, a więc po prostu `size(rho,1)` zwraca liczbę wierszy tego wektora
 - dzięki temu możemy swobodnie modyfikować wektor ρ , w tym również jego długość, bez zmieniania dalszego ciągu kodu
- Dynare zwraca wyniki analizy IRF w postaci osobnych wektorów nazwanych wg schematu a_b , gdzie:
 - a – nazwa zmiennej endogenicznej
 - b – nazwa wstrząsu

Plan prezentacji

- 1 Symulacje stochastyczne i deterministyczne
- 2 Uporczywe wstrząsy
- 3 Analizy wrażliwości
- 4 Zadanie**

Zadanie

Przeprowadź symulację deterministyczną z pierwszej części ćwiczeń w modelu NK i dla trzech różnych wartości parametru γ_π : 0.9, 1.1, 1.5 i 2.0. Zaprezentuj wyniki na wspólnym wykresie i je zinterpretuj.

Wskazówka: w przypadku pierwszej wartości γ_π trzeba będzie “przechwycić” błąd związany z niewypełnieniem warunków Blancharda-Kahna za pomocą składni `if...else...end` oraz funkcji `exist` (sprawdź w dokumentacji online, jak one działają). Sprawdzamy, czy po wywołaniu Dynare zostały utworzone odpowiednie macierze, czy nie.