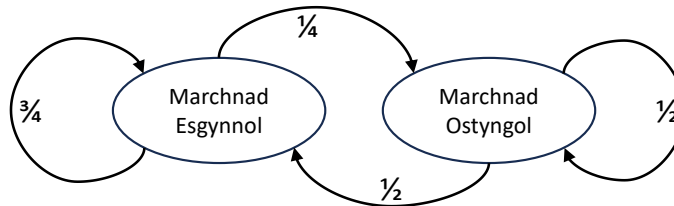


## Datrysiaidau i Daflen Problemau 2

1. Fe ellir disgrifio economi gwlad fel naill ai marchnad esgynnol (lle mae prisiau stoc yn cynyddu ac mae pethau'n mynd yn dda), neu fel marchnad ostyngol (lle mae prisiau stoc yn cwmpo a nad yw petha'n mynd yn dda). Caiff yr economi ei categorioedd pob chwarter. Fe ellir disgrifio'r proses fel cadwyn Markov amser-arwahanol, gyda thebygolrwyddau o bod ym mhob cyflwr yn y chwarter nesaf:



Os yw'r wlad mewn marchnad esgynnol, beth yw'r tebygolrwydd o bod naill ai mewn marchnad esgynnol neu ostyngol mewn tri chwarter o nawr?

**Datrysiad 1** Mae gennym:  $\pi_0 = (1, 0)$ , ac:

$$P = \begin{pmatrix} 3/4 & 1/4 \\ 1/2 & 1/3 \end{pmatrix}$$

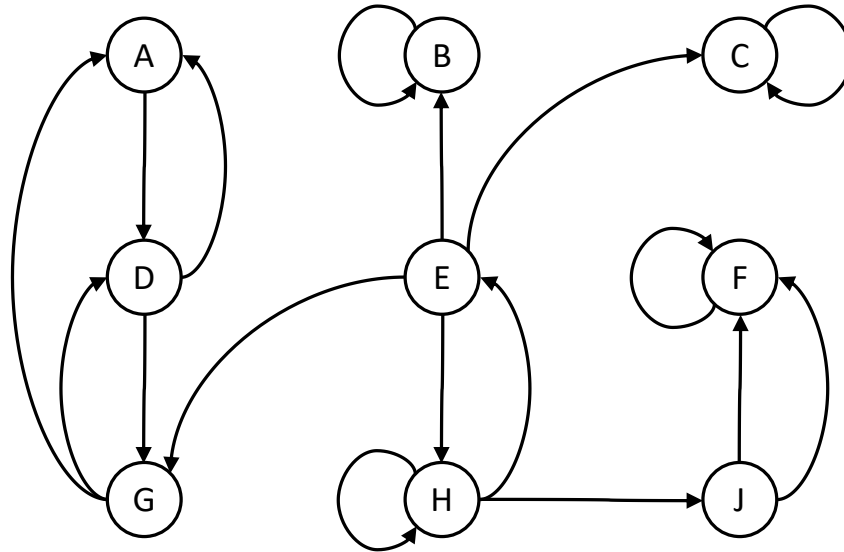
Ac hoffwn canfod  $\pi_3 = \pi_0 P^3$ , felly:

$$\begin{aligned}
 P^3 &= \begin{pmatrix} 3/4 & 1/4 \\ 1/2 & 1/3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3/4 & 1/4 \\ 1/2 & 1/3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3/4 & 1/4 \\ 1/2 & 1/3 \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 9/16 + 1/8 & 3/16 + 1/8 \\ 3/8 + 1/4 & 1/8 + 1/4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3/4 & 1/4 \\ 1/2 & 1/3 \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 11/16 & 5/16 \\ 5/8 & 3/8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3/4 & 1/4 \\ 1/2 & 1/3 \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 33/64 + 5/32 & 11/64 + 5/32 \\ 15/32 + 3/16 & 5/32 + 3/16 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 43/64 & 21/64 \\ 21/32 & 11/32 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Ac felly:

$$\pi_3 = (1, 0) \begin{pmatrix} 43/64 & 21/64 \\ 21/32 & 11/32 \end{pmatrix} = (43/64, 21/64)$$

2. Ystyriwch y cadwyn Markov amser-arwahanol isod gyda naw cyflwr. Mae saeth yn dynodi fod y tebygolrwydd o drosi o un cyflwr i'r llall yn fwy na sero.
- (a) Canfyddwch holl dosbarthau anostyngadwy a nodwch os ydynt yn gaeedig neu peidio.
- (b) Dosbarthwch pob cyflwr fel naill ai yn Ailadroddol, Byrhoedlog, neu'n Amsugol.



**Datrysiaid 2** Y dosbarthau anostyngadwy yw::

- $\{A, D, G\}$  sydd yn gaeedig,
- $\{B\}$  sydd yn gaeedig,
- $\{C\}$  sydd yn gaeedig,
- $\{E, H\}$  nad yw'n gaeedig,
- $\{F, J\}$  sydd yn gaeedig.

Felly:

- y cyflyrau Ailadroddol yw:  $A, D, G, F, J$ ;
- y cyflyrau Byrhoedlog yw:  $E, H$ ;
- y cyflyrau Amsugol yw:  $B, C$ .

3. Mae doctor iechyd meddwl yn ceisio deall cyflwr meddyliol claf. Mae'n gofyn i'r claf i recordio yn ddyddiol os ydynt yn teimlo'n Llonydd, Pryderus, neu'n Godbryderus. Wrth dadansoddi'r data mae'r doctor yn gweld:

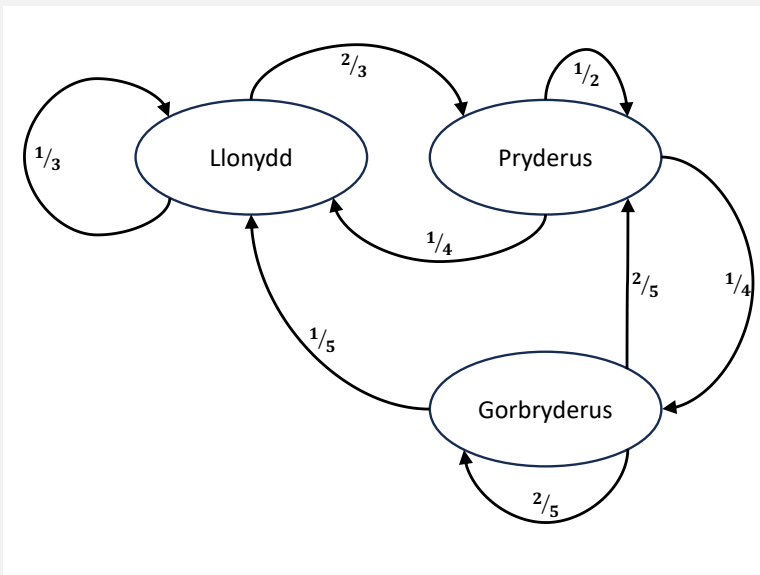
- Ar ddiwrnod llonydd,  $\frac{1}{3}$  o'r amser byddant yn aros yn llonydd yfory, a  $\frac{2}{3}$  o'r amser byddant yn bryderus yfory;
- Ar ddiwrnod pryderus,  $\frac{1}{4}$  o'r amser byddant yn lonydd yfory,  $\frac{1}{2}$  yr amser byddant yn aros yn bryderus yfory, tra  $\frac{1}{4}$  o'r amser byddant yn gorbryderus yfory;

- Ar ddiwrnod gorbryderus, ond  $\frac{1}{5}$  o'r amser byddant yn llonydd yfory,  $\frac{2}{5}$  o'r amser byddant yn bryderus, a  $\frac{2}{5}$  o'r amser byddant yn gorbryderus yfory.
- (a) Tynnwch lun y cadwyn Markov amser-arwahanol o gyflwr meddyliol y claf.
- (b) Canfyddwch y tebygolrwyddau cyflwr-sefydlog.
- (c) Mae'r doctor yn dyfeisio cynllun meddyginiaeth: ar ddiwrnodau llonydd ni fydd y claf yn cymryd moddion; ar ddiwrnodau pryderus dylen nhw cymryd tabled A, yn costio  $1c$  y tabled; ac ar ddiwrnodau gorbryderus dylen nhw cymryd tablen B, yn costio  $23c$  y tabled. Beth yw'r cost blynyddol disgwylidig ar gyfer y cynllun meddyginiaeth hon?

**Datrysiaid 3** Gan drefni'r cyflyrau 1-Llonydd, 2-Pryderus, ac yna 3-Gorbryderus, cawn:

$$P = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{5} & \frac{2}{5} & \frac{2}{5} \end{pmatrix}$$

(a) Delweddu'r cadwyn Markov:



(b) I ganfod y cyflwr sefydlog datrysiwn  $\underline{\pi} = \underline{\pi}P$  ac  $\sum \pi = 1$ :

$$\pi_1 = \frac{1}{3}\pi_1 + \frac{1}{4}\pi_2 + \frac{1}{5}\pi_3 \quad (1)$$

$$\pi_2 = \frac{2}{3}\pi_1 + \frac{1}{2}\pi_2 + \frac{2}{5}\pi_3 \quad (2)$$

$$\pi_3 = \frac{1}{4}\pi_2 + \frac{2}{5}\pi_3 \quad (3)$$

$$1 = \pi_1 + \pi_2 + \pi_3 \quad (4)$$

**Datrysiaid 3 (continuing from p. 3)** *Gallwn datrys ar gyfer  $\pi_3$  yn Hafaliad 3:*

$$\begin{aligned}\pi_3 &= \frac{1}{4}\pi_2 + \frac{2}{5}\pi_3 \\ \frac{3}{5}\pi_3 &= \frac{1}{4}\pi_2 \\ \pi_3 &= \frac{5}{12}\pi_2\end{aligned}$$

*A datrys ar gyfer  $\pi_2$  yn Hafaliad 2:*

$$\begin{aligned}\pi_2 &= \frac{2}{3}\pi_1 + \frac{1}{2}\pi_2 + \frac{2}{5}\pi_3 \\ \pi_2 &= \frac{2}{3}\pi_1 + \frac{1}{2}\pi_2 + \frac{2}{5}\left(\frac{5}{12}\pi_2\right) \\ \pi_2 &= \frac{2}{3}\pi_1 + \pi_2\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6}\right) \\ \frac{1}{3}\pi_2 &= \frac{2}{3}\pi_1 \\ \pi_2 &= 2\pi_1\end{aligned}$$

*Ac yn olaf datrys ar gyfer  $\pi_1$  yn Hafaliad 4:*

$$\begin{aligned}\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 &= 1 \\ \pi_1\left(1 + 2 + \left(2 \times \frac{5}{12}\right)\right) &= 1 \\ \frac{23}{6}\pi_1 &= 1 \\ \pi_1 &= \frac{6}{23}\end{aligned}$$

*Yn awgrymu fod  $\underline{\pi} = (6/23, 12/23, 5/23)$ .*

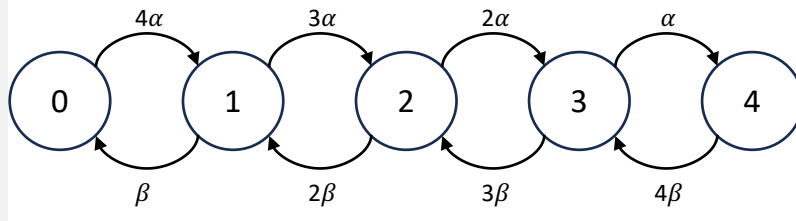
(c) *Bydd yn costio  $1c$  y tabled pob diwrnod ei bod yn cyflwr 2, a  $23c$  pob tabled ei bod yn cyflwr 3. Hynny yw, y cost blynyddol  $C$  yw:*

$$\begin{aligned}C &= 365(1\pi_2 + 23\pi_3)c \\ &= 365(12/23 + 23 \cdot 5/23)c \\ &= 365(127/23)c \\ &= 2015.43c \\ &= \pounds 20.15\end{aligned}$$

4. Mae gan siop argraffu pedwar argraffydd. Mae pob argraffydd yn torri i lawr ar gyfradd  $\beta$ . Unwaith mae un yn torri lawr, caiff ei anfon i'w trwsio. Y cyfradd caiff argraffyddion eu trwsio yw  $\alpha$ .

Gan adael i  $i$  bod y cyflwr bod yna  $i$  argraffydd yn gweithio, tynnwch lun y cadwyn Markov ar gyfer y system, a chanfyddwch y tebygolrwyddau cyflwr-sefydlog ar gyfer  $\alpha$  a  $\beta$  cyffredinol, ac ar gyfer yr achos pan fod  $\alpha = \beta$ .

**Datrysiaid 4** Pan fod yna  $i$  argraffydd yn gweithio, mae yna  $4 - i$  argraffydd yn cael ei drwsio, felly:



gyda:

$$Q = \begin{pmatrix} -4\alpha & 4\alpha & 0 & 0 & 0 \\ \beta & -(\beta + 3\alpha) & 3\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta & -(2\beta + 2\alpha) & 2\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 3\beta & -(3\beta + \alpha) & \alpha \\ 0 & 0 & 0 & 4\beta & -4\beta \end{pmatrix}$$

I ganfod y tebygolrwyddau cyflwr-sefydlog, datryswn  $Q\pi = 0$  a  $\sum \pi = 1$ :

$$\begin{aligned} 4\alpha\pi_0 &= \beta\pi_1 \\ (\beta + 3\alpha)\pi_1 &= 4\alpha\pi_0 + 2\beta\pi_2 \\ (2\beta + 2\alpha)\pi_2 &= 3\alpha\pi_1 + 3\beta\pi_3 \\ (3\beta + \alpha)\pi_3 &= 2\alpha\pi_3 + 4\beta\pi_4 \\ 4\beta\pi_4 &= \alpha\pi_3 \end{aligned}$$

Mae rhoi popeth yn nhermau  $\pi_0$  yn rhoi, ar gyfer  $\pi_1$ :

$$\pi_1 = \frac{4\alpha}{\beta}\pi_0$$

Ar gyfer  $\pi_2$ :

$$\begin{aligned} (\beta + 3\alpha)\pi_1 &= 4\alpha\pi_0 + 2\beta\pi_2 \\ (\beta + 3\alpha)\left(\frac{4\alpha}{\beta}\right)\pi_0 &= 4\alpha\pi_0 + 2\beta\pi_2 \\ \frac{12\alpha^2}{\beta}\pi_0 &= 2\beta\pi_2 \\ \pi_2 &= \frac{6\alpha^2}{\beta^2}\pi_0 \end{aligned}$$

**Datrysiaid 4 (continuing from p. 5)** Ar gyfer  $\pi_3$ :

$$\begin{aligned}(2\beta + 2\alpha)\pi_2 &= 3\alpha\pi_1 + 3\beta\pi_3 \\ (2\beta + 2\alpha) \left( \frac{6\alpha^2}{\beta^2} \right) \pi_0 &= 3\alpha \left( \frac{4\alpha}{\beta} \right) \pi_0 + 3\beta\pi_3 \\ \frac{12\alpha^3}{\beta^2} \pi_0 &= 3\beta\pi_3 \\ \pi_3 &= \frac{4\alpha^3}{\beta^3} \pi_0\end{aligned}$$

Ac yn olaf ar gyfer  $\pi_4$ :

$$\begin{aligned}4\beta\pi_4 &= \alpha\pi_3 \\ \pi_4 &= \frac{\alpha}{4\beta} \pi_3 \\ \pi_4 &= \frac{\alpha^4}{\beta^4} \pi_0\end{aligned}$$

A chawn gwerth  $\pi_0$  gyda:

$$\begin{aligned}\pi_0 + \pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 &= 1 \\ \pi_0 \left( 1 + \frac{4\alpha}{\beta} + \frac{6\alpha^2}{\beta^2} + \frac{4\alpha^3}{\beta^3} + \frac{\alpha^4}{\beta^4} \right) &= 1 \\ \pi_0 &= \frac{1}{\left( 1 + \frac{4\alpha}{\beta} + \frac{6\alpha^2}{\beta^2} + \frac{4\alpha^3}{\beta^3} + \frac{\alpha^4}{\beta^4} \right)}\end{aligned}$$

Nawr pan mae  $\alpha = \beta$ :

$$\underline{\pi} = (1/16, 1/4, 3/8, 1/4, 1/16)$$