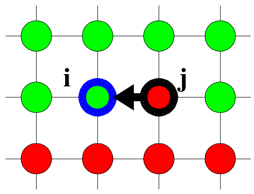
**<u>Model głosujący – voter model</u>**

Sieć, węzły – agenci z jedną z dwóch opinii (dla analogii z Isingiem +1 i -1)
połączenia – możliwe oddziaływania, najbliższe sąsiedztwo – tylko bezpośrednio połączeni, tylko takie oddziaływanie jest możliwe




<u>Zasada dynamiki :</u>

1. Wybrać jeden węzeł **i** (losowo – dynamika asynchroniczna)
2. Wybrać losowego sąsiada **j**
3. Przepisać stan sąsiada **j** na węzeł **i**

<u>Cechy dynamiki votera:</u>

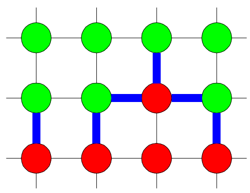
1. Dwa stany absorbujące
2. Zerowa temperatura (brak szumu, losowość ≠ temperatura)
3. Zależy od wymiarowości układu
4. Brak napięcia powierzchniowego (krzywizna powierzchni nie wpływa na dynamikę)
5. Zachowuje całkowitą magnetyzację (pod warunkiem że sieć jest jednorodna)

<u>1-2. Stany absorbujące i temperatura</u>

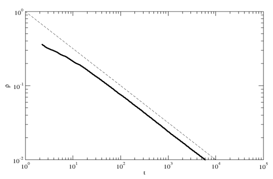
Stan absorbujący to taki z którego układ nie może się wydostać. Pełne uporządkowanie na +1 albo na -1 to stany absorbujące modelu głosującego. Przepisywanie stanów zgodne z dynamiką nie może wykreować stanu przeciwnego którego w układzie nie ma. Dlatego temperatura jest zerowa, gdyż brak jest takiego szumu. Wewnątrz czerwonej domeny nie pojawi się zielony agent i na odwrót.

<u>3. Wymiarowość układu</u>

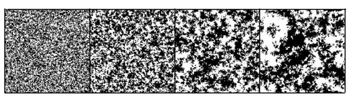
Dynamika zależy od wymiarowości



Ponieważ magnetyzacja się zachowuje, bada się zachowanie ilości interfejsów, czyli połączeń pomiędzy przeciwnymi stanami. Ilość interfejsów mówi o uporządkowaniu układu. Dużo interfejsów -
– nieporządek. Mało – duże jednorodne domeny. Ilość interfejsów jest powierzchnią między domenami.



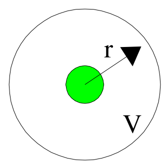
1D – porządkowanie, **ρ~t$^{-1/2}$**



2D – wymiar krytyczny
porządkowanie logarytmiczne
**ρ~1/log t**

3D – nieporządek
układ się nie porządkuje
**ρ~const.**

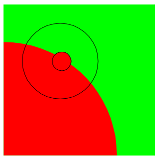
Porządkowanie ma związek z rekurencją losowego błądzenia.




rozprzestrzenianie się stanu danego węzła – błądzenie losowe, dyfuzja
promień rosnącej domeny **r~t$^{1/2}$**, zaś objętość **V~r$^{D}$** (D-wymiarowość), więc **V~t$^{D/2}$**. Jednak ilość "zarażonych" węzłów rośnie liniowo z czasem. Tak więc jeżeli **D/2<1** to domena jest spójna, zaś jeżeli **D/2>1** to jest niespójna. W takim przypadku układ będzie zawierał wielką ilość wzajemnie przenikających się domen, tak więc pozostanie w nieporządku.

4. Napięcie powierzchniowe

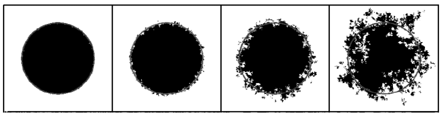
W przeciwieństwie do dynamiki Isinga, VM nie ma napięcia powierzchniowego. W modelu Isinga, ponieważ większość decyduje o tym co się stanie, tak więc każda domena zamknięta będzie się kurczyć ze względu na krzywiznę granicy.



Więcej "zewnętrznego" stanu niż "wewnętrznego", więc domena się kurczy pod wpływem krzywizny.

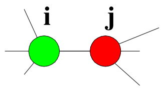
W modelu głosującym taki mechanizm większościowy nie działa. Krzywizna nie ma wpływu na dynamikę, która zachowuje spin.

Szansa przyjęcia zielonego stanu przez czerwonego na granicy jest większa niż szansa przyjęcie czerwonego przez zielonego, ale zielonych jest więcej.



5. Zachowanie magnetyzacji

magnetyzacja $\mathbf{M=\Sigma s_i}$




$k_i$ – stopień węzła i, czyli ilośćsąsiadów

Prawdopodobieństwo wylosowania **i** : $\mathbf{P_i=1/N}$ Prawdopodobieństwo wylosowania **j** spośród sąsiadów: $\mathbf{P_{j|i}=1/k_i}$

Całkowite prawdopodobieństwo przepisania stanu **j** na **i** : $\mathbf{P_{ij}=P_iP_{j|i}=1/(Nk_i)}$

Analogicznie $\mathbf{P_{ji}=1/(Nk_j)}$

Statystyczna zmiana magnetyzacji (przy założeniu $\mathbf{s_i=1, s_j=-1}$) $\mathbf{\Delta M=2P_{ji}-2P_{ij}=2/(Nk_j)-2/(Nk_i)}$

Jeżeli $k_i=k_j$ to dane połączenie statystycznie nie powoduje zmiany całkowitej magnetyzacji ($\Delta\mathbf{M=0}$). Jeżeli wszystkie węzły takie same, to żadne połączenie nie zmienia magnetyzacji i statystycznie się ona zachowuje dla całego układu.

Jeżeli $k_i \neq k_j$, to magnetyzacja się nie zachowuje, ale zachowuje się ważona magnetyzacja $\mathbf{S=\Sigma k_i s_i}$

Statystyczna zmiana magnetyzacji ważonej $\mathbf{\Delta S=2k_jP_{ji}-2k_iP_{ij}=2k_j/(Nk_j)-2k_i/(Nk_i)=0}$

Magnetyzacja ważona zachowuje się dla dowolnej sieci nieskierowanej, niezależnie od stopni wierzchołków.