**המחלקה להנדסת תוכנה**

**פרקולצייה**

**percolation**

**מאת**

**זינה אבו צוי –**

**פואד נאצר אלדין - 201211570**

**מנחה אקדמי: פרופ' חסין יהודה אישור: תאריך:**

**אחראי תעשייתי: פרופ' חסין יהודה אישור: תאריך:**

**רכז הפרויקטים: דר' אסף שפיינר אישור: תאריך:**

**תקציר**

**מה היא תיאוריית הפרקולצייה ?**

תיאוריית החישוב - פרקולצייה - מתארת את הפיזיקה והמתמטיקה של חיבורים ארוכי טווח במערכות אקראיות, והיא חלה על מגוון רחב של מערכות פיסיקליות, כולל מוליכות, נקבוביות ופולימרים, אך ניתן להשתמש בה גם לניתוח מערכות שונות כגון שריפות יער, מגיפות מחלות, רשתות חברתיות.

היא אחד הדגמים הפשוטים ביותר בתורת ההסתברות אשר מציג מה

ידוע בתור תופעות קריטיות. זה בדרך כלל אומר שיש פרמטר טבעי - P

במודל שבו התנהגות המערכת משתנה באופן דרסטי**.**

**הבעיה**

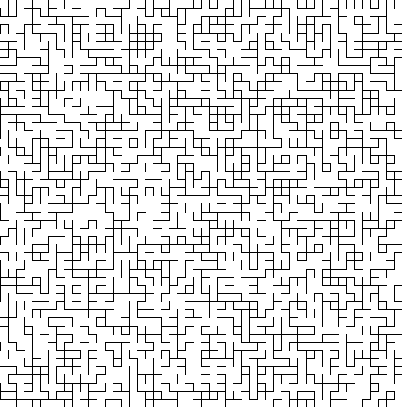
**תיאור הבעיה מזווית ראיית מדעניים פיסיקליים :**

* כמה רחוק אחד מהשני צריך לשתול עצים בפרדס (יער) כדי למזער את התפשטות הדלקת (אש)?
* איך זיהומיות עושה זן של שפעת צריך להיות כדי ליצור מגיפה? מהו הגודל הצפוי של התפרצות?
* נניח סלע נקבובי גדול שקוע מתחת למים במשך זמן רב, יהיה המים להגיע למרכז האבן?

**תיאור הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה :**

נניח שיש לנו מודל קטן שהוא קו אופקי (-) כזה שמחזיק שני פרמטרים

Bond Percolation ו- Site Percolation

P מהווה את ה Bond Percolation- ו- R את ה- Bond Percolation כך ש p ההסתברות להתקיים בגרף ו- R היא ההתנגדות של המודל במודל קטן 1X1 לא בעייה לחשב את ההתנגדות שלו והסתברות קייומו אך כאשר נגיע ל 5000X5000 כך שהוא מימד עצום מאוד קשב לחשב את התנגדות כל המודל הנוצר כך שיווצר בעיות שהם

עבור רשת ממש קטנה אני מחשב בצורה מדיוייקת את הויקטור - ההתפלגות – הסתבורת- מוליכות = ויקטור

זה שלב א שזה השלב שהתוכנה סורקת את כל האפשרויות – בשלב הזה יש תת שלב

* יש המון דרכים להגיע מנקודת ההתחלה לסוף – מסלולים
* ההתנגדות השתנה בהתאם לגודל המימד
* ההסתברות בכל שלב להתקיים או לא רנדומליית

יישום: חוזק רשת ושבריריות

בעיה: כמה צמתים אקראיים ניתן להסיר לפני הרשת מאבד קישוריות?

כמה צמתים מחוברים מאוד יכול

יוסר לפני הרשת מאבד קישוריות?

השתמש מודל חישול באתר על גרף אקראי

עם התפלגות נתון pk ואת הסתברות הקודקוד ההסתברות qk בהתאם לתואר קודקוד.

המאפשר qk להשתנות עם k מאפשר ללמוד סוגים שונים של התקפות: אקראי אם qk = q היא עצמאית של k, ממוקד מחיקת תואר גבוה

צמתים אם qk = H(kmax − k)

איך החישובים משתנים במידה ו- P גדל\קטן ?

**תיאור הפתרון המוצע בנדסת תוכנה :**

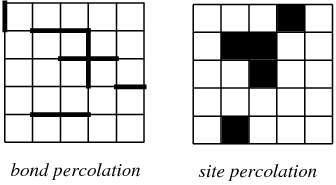
הפרוייקט שאנו נתעסק בו הוא פתרון לבעיות כאלה כך שבשלב ראשוני אנו מתמקדים בבעיות עם 2 D בשלב הזה נכתוב אלגוריתם שיקבל מסלול עם שני פרמטרים P ו- R -הסתברות קיומו של המסלול והתנגדותו ונשכפל אותו ל 2 D

בשלב ראשוני נתמקד ב 2 D ואז בשלב מתקדם יותר נעבוד על מימדים יותר מסובכים

אנו מתחילים בגרף דו-מימד אשר מציג את המקרה הבסיסי לבעייה

בהינתן שני קודקודים שזה המודל ההתחלתי מה שיגדיר לי את הדו מימד וקצוות בין הזוגות של נקודות במרחק אוקלידי 1.

נשכפל את המימד הקטן כך שיווצר דו מימד ונחשב את ה P ו- R שלו בהתאם למסלול



התמונה הזו משקפת את המסלול ההתחלתי שהוא ( **|** ) ואת השיכפולים בהסתברות מסויימת.

אנו נבנה אתר WEP בשפת JAVASCRIPT

האתר מחשב את כל המסלולים שאפשר להגיע אליהן מהשכפולים במימד ומחשב את ההתנגדות לכל מסלול בהתאם להסתברות שנתנו כערך התחלתי.

במהלך העבודה נתמקד בחישוב ההתנגדות כך שניתן לחשב אותה באופן נוסחא פיסקלית או בעזרת API שיעזור לנו לחשב אותה.

**חלוקת העבודה :**

כאמור, הפרויקט גמר מתבצע על ידי שתי סטודנטיות ובנוסף לשיתוף הפעולה שיתקיים לאורך כל הפרויקט, נבצע חלוקה בהיבטים מסוימים כך שאחד יהיה אחראי על האתר והשני אחראי על החישובים

**סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה :**

................

**תכנון הפרויקט**

|  |  |
| --- | --- |
| תאריך | היעד |
| 1.11.17 | פגישת הכרות עם הלקוח - הכנת דרישות כלליות |
| 2.11.17-10.11.17 | התעמקות בנושא פרקולצייה - קריאה והבנה |
| 10.11.17-15.11.17 | תיכון הפרויקט |
| 19.11.17 | **הגשת ההצעה** |
| 20.11.17-1.12.17 | למידת שפת גאווה סקריפט |
| 1.12.17-30.12.17 | הקמת האתר עם 2 D |
| 1.1.18-15.1.18 | API להתנגדות |
| 15.1.18-25.1.18 | הוספת גרפים לאתר |
| 25.1.18-25.2.18 | נתמקד 4 D |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | הגשת אב טיפוס |
| 19.6.18 | הגשת הפרויקט |

**טבלת סיכונים**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| # | הסיכון | חומרה | מענה אפשרי |
| 1 | **לא מסיימים את הפרויקט בזמן** | **גבוהה** | **חלוקה ברורה של בתפקידים, ותמיד שמירה על תכנון הפרויקט מעודכן על מנת לפתור את כל המכשולים הצפוי** |
| 2 | **חוסר ידע בשפות קידוד מסוימות** | **בינוני** | **בהתחלה נקדיש זמן רב ללמוד את השפה שאנו ממשים את האתר בה - יש גם תמיד את האפשרות של למידה מקוונת** |
| 3 | **חוסר ידע בתחום הפיזיקאי** | **בינוני** | **פגישה עם המנחה שיסביר לנו כל מה שקשור לפיזיקה** |
| 4 | **לא מצאנו API להתנגדות** | **בינוני** | **נייצר אלגוריתם שמוצא את ההתנגדות לאורך כל המסלול** |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |

**טבלת דרישות**

**(User Requirement Document)**

|  |  |
| --- | --- |
| מס' דרישה | תיאור |
| 1 | **האתר יכלול מבנה כל לשימוש** |
| 2 | **האתר יאפשר הוספת נתונים P ו- R** |
| 3 | **האתר יכלול ציור המסלולים אלהם אפשר להגיע** |
| 4 | **האתר יעבוד על 4 D** |
| 5 | **הנתונים שהאתר מחשב יהיו מדוייקים ולפי רקע פיסקלי** |
| 6 | **שיטה מדוייקת לחשב את ההתנגדות\API** |
| 7 | **האתר יפרסם טבלה שמפרטת כל המסלולים עם כל ההסתברויות האפשרות להגיע אליהם ומחשב את ההתנגדויות שלהם** |

//ספרות

Bibliography

Reka Albert and Albert Laszlo Barabasi, Sta-

tistical mechanics of complex networks, Re-

views of modern Physics, 74, Jan. 2002.

Duncan Callaway, M. E. J. Newman, Steven H.

Strogatz, and Duncan J. Watts, Network ro-

bustness and fragility: Percolation on random

graphs, arXiv:cond-mat/0007300, Oct. 2000.

Geoffrey Grimmet, Percolation, Grundlehren der

mathematischenWissenschaft, vol 321, Springer,

1999.

M. E. J. Newman, The structure and function

of complex networks, arXiv:cond-mat/0303516v,

Mar. 2003.

References

[1] Aizenman, M., Kesten, H. and Newman, C. M. Uniqueness of the in\_nite cluster and

continuity of connectivity functions for short- and long-range percolation. Comm.

Math. Phys. 111, (1987), 505{532.

[2] Be\_ara, V. Cardy's formula on the triangular lattice, the easy way. Universality and

Renormalization, Vol. 50 of the Fields Institute Communications, (2007), 39{45.

[3] Benjamini, I., Kalai, G. and Schramm, O. Noise sensitivity of Boolean functions and

applications to percolation. Inst. Hautes \_ Etudes Sci. Publ. Math. 90, (1999), 5{43.

[4] van den Berg, J. and Keane, M. On the continuity of the percolation probability

function. Conference in modern analysis and probability (New Haven, Conn., 1982),

Contemp. Math. 26, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1984, 61{65.

[5] van den Berg, J. and Kesten, H. Inequalities with applications to percolation and

reliability. J. Appl. Probab. 22, (1985), 556{569.

A mini course on percolation theory 37

[6] Bollob\_as B. and Riordan O.M. A short proof of the Harris{Kesten Theorem, Bull.

London Math. Soc., 38, (2006), 470{484.

[7] Bollob\_as B. and Riordan O.M. The critical probability for random Voronoi percolation

in the plane is 1/2, Probab. Theory Related Fields, 136, (2006), 417{468.

[8] Burton, R. and Keane, M. Density and uniqueness in percolation. Comm. Math. Phys.

121, (1989), 501{505.

[9] Camia, F. and Newman, C. M. Two-dimensional critical percolation: the full scaling

limit, Comm. Math. Phys., 268, (2006), 1{38.

[10] Friedgut, E. and Kalai, G. Every monotone graph property has a sharp threshold,

Proc. Amer. Math. Soc., 124, (1996), 2993{3002.

[11] Garban, C., Pete, G. and Schramm, O. The Fourier Spectrum of Critical Percolation,

Acta Math., to appear, arXiv:0803.3750[math:PR].

[12] Grimmett, G. Percolation Second edition, Springer-Verlag, (1999), New York.

[13] Grimmett, G. Probability on Graphs, Cambridge University Press, (2010), Cambridge.

[14] Haggstrom, O., Peres, Y. and Steif, J. E. Dynamical percolation. Ann. Inst. Henri

Poincar\_e, Probab. et Stat. 33, (1997), 497{528.

[15] Hara, T. and Slade, G. (1994) Mean \_eld behavior and the lace expansion, in Prob-

ability Theory and Phase Transitions, (ed. G. Grimmett), Proceedings of the NATO

ASI meeting in Cambridge 1993, Kluwer.

[16] Harris, T. E. A lower bound on the critical probability in a certain percolation

process. Proc. Cambridge Phil. Soc. 56, (1960), 13{20.

[17] Kahn, J., Kalai, G. and Linial, N. The inuence of variables on boolean functions.

29th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, (1988), 68{80.

[18] Kesten, H. The critical probability of bond percolation on the square lattice equals

1

2 . Comm. Math. Phys. 74, (1980), 41{59.

[19] Langlands, R., Pouliot, P. and Saint-Aubin, Y. Conformal invariance in twodimensional

percolation. Bull. Amer. Math. Soc. (N.S.) 30, (1994), 1{61.

[20] Lawler, G., Schramm, O. and Werner, W. One-arm exponent for critical 2D percolation.

Electron. J. Probab. 7, (2002), no. 2, 13 pp. (electronic).

[21] Lyons, R. Random walks and percolation on trees. Ann. Probab. 18, (1990), 931{958.

[22] Lyons, R. Random walks, capacity, and percolation on trees. Ann. Probab. 20, (1992),

2043{2088.

[23] Lyons, R. with Peres, Y. Probability on Trees and Networks. Cambridge University

Press. In preparation. Current version available at http://mypage.iu.edu/~rdlyons/.

[24] Margulis, G. A. Probabilistic characteristics of graphs with large connectivity, Prob-

lemy Pereda\_ci Informacii, 10, (1974), 101{108.

[25] Newman, C. M. and Schulman, L. S. Number and density of percolating clusters. J.

Phys. A, 14, (1981), 1735{1743.

[26] Russo, L. A note on percolation. Z. Wahrscheinlichkeitstheorie und Verw. Gebiete,

43, (1978), 39{48.

[27] Russo, L. On the critical percolation probabilities. Z. Wahrsch. Verw. Gebiete 56,

(1981), 229{237.

38 Je\_rey E. Steif

[28] Russo, L. An approximate zero-one law. Z. Wahrsch. Verw. Gebiete 61, (1982), 129{

139.

[29] Schramm, O. Scaling limits of loop-erased random walks and uniform spanning trees.

Israel J. Math. 118, (2000), 221{288.

[30] Schramm, O. and Steif, J. E. Quantitative noise sensitivity and exceptional times

for percolation. Ann. Math., 171, (2010), 619{672.

[31] Seymour, P. D. and Welsh, D. J. A. Percolation probabilities on the square lattice.

Advances in graph theory (Cambridge Combinatorial Conf., Trinity College, Cambridge,

1977). Ann. Discrete Math., 3, (1978), 227{245.

[32] Smirnov, S. Critical percolation in the plane: conformal invariance, Cardy's formula,

scaling limits. C. R. Acad. Sci. Paris S\_er. I Math. 333, (2001), 239{244.

[33] Smirnov, S. and Werner, W. Critical exponents for two-dimensional percolation.

Math. Res. Lett. 8, (2001), 729{744.

[34] Steif, J. A survey on dynamical percolation. Fractal geometry and stochastics, IV,

Birkhauser, (2009), 145{174.

[35] Talagrand, M. On Russo's approximate zero-one law. Ann. Probab. 22, (1994), 1576{

1587.

[36] Werner, W. Lectures on two-dimensional critical percolation. IAS Park City Graduate

Summer School, 2007, arXiv:0710.0856[math:PR].