

חכמת ההמונים – האם זה באמת עובד?

לאוזון רועי

המכללה האקדמית תל אביב-יפו

תקציר / תמצית

- עבודה זו חקרה את הביצועים של כ 100 נשאלים בשאלות ידע כללי וניתחה אותם במספר אלגוריתמים.
- ההליך התבצע באמצעות הצגת שאלות באתר אינטרנט ובשאלונים אנונימיים.
- התוצאות הראו שחכמת ההמונים אכן עובדת (ניתן לקבל תוצאות עם אחוז דיוק של 5-10%) וששיטת החישוב הטובה ביותר הינה ממוצע חשבוני פשוט.
- בנוסף, ניתן להסיק שקבוצת מומחים תיתן תוצאה טובה יותר מאשר המון בעל ידע בסיסי בתחום.

מבוא

- מטרת המחקר היא לראות האם חוכמת ההמונים אכן עובדת. האם שיטה זו היא אכן טובה.
- בנוסף ננסה להבין מה הדרך החישובית הטובה ביותר להשתמש בה. ממוצע חשבוני, חציון או חציון רב מימדי (ראה נספח ד)
- על מנת לענות על שאלות אלו
 - נכין שאלונים אנונימיים
 - נגדיר קבוצות מחקר שתקיימנה את תנאי הסף הנדרשים לכך שחוכמת ההמונים תעבוד (על פי הספרות)
 - ננתח את התוצאות בכל אחד מהאלגוריתמים השונים. יש לשים לב לכך שחציון רב מימדי פועל על משתנים וקטוריים ולכן נדרש להציג מספר שאלות בכל נושא. השאלות שנשאל את המשתתפים הן שאלות כלליות שכל אחד מכיר ולא מצריכות ידע מיוחד
- לאחר שנאסף מספיק תשובות (בתקווה להגיע ליותר ממאה)
 - ננתח את כל התשובות על פי האלגוריתמים השונים
 - נראה באיזה מהשיטות קיבלנו תשובות מייצגות טובות יותר
 - מהניתוח אף נבין את רמת הדיוק אליה ניתן להגיע בצורת תשאול וניתוח כזו. לדעתנו, מרחק של עד 10% מהתשובה הנכונה הינה תוצאה טובה

סקירת ספרות

- ספרו של ג'יימס סורוביצקי (2006), חוכמת ההמונים. הוצאת: עברית הוצאה לאור בשיתוף כתר
- האתר של ליאור צורף [HTTP://LIORZ.CO.IL/?CAT=12](http://LIORZ.CO.IL/?CAT=12)
- ליאור צורף הינו חוקר בתחום חכמת ההמונים, מרצה, ויועץ אסטרטגי לארגונים בתחום זה ואף מלמד שיווק דיגיטלי וחכמת ההמונים במכללה למנהל ובאיגוד השיווק הישראלי
- האינטרנט – מכיל ניסויים בתחום, דעות ורעיונות (דוגמה: [HTTP://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=IOUCWX7Z1HU](http://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=IOUCWX7Z1HU))

השערות המחקר

- חוכמת ההמונים אכן עובדת תחת התנאים הנדרשים. אנו חושבים שישנה דרישה נוספת שצריכה להתקיים והיא שנדרשת הכרות בסיסית עם תחום השאלה
- אנו משערים שתתקבלנה תוצאות מובהקות יותר אם נוסיף לארבעת הדרישות הבסיסיות המקובלות שהן:
 1. **מגוון** – על הקבוצה, "ההמון", להיות הטרוגנית, כך שלכל פרט תהיה דעה עצמאית ואופן חשיבה שונה יחסית כדי שיוכל לתרום לקבוצה
 2. **עצמאות** – על דעתם של האנשים להיות עצמאית במובן זה שלא יהיו תחת לחץ לקבל את דעתם של אחרים ושהחלטותיהם בעניין ייעשו באופן אישי ועצמאי
 3. **ביזור** – בקבוצה צריכים להיות אנשים שלהם מומחיות שונה. צריך שבקבוצה יהיו מומחים, כך שכל אחד מהם יוכל לתרום את חלקו בנושא מסוים גם אם אינו מבין דבר בנושא אחר. כך ניתן ליצור תערובת של נקודות ראות שונות
 4. **תיאום** – חייב להיות מנגנון ברור המאפשר להפוך את מגוון הרעיונות לפתרון, וחשוב שהסוגיה הזקוקה לפתרון תהיה ברורה לכל. כמו כן, יש לוודא כי אף אחד מחברי הקבוצה לא מנסה לפעול נגד מטרת הקבוצה במתכוון
- את הדרישה החמישית שהיא
 5. **ההמון צריך להיות מורכב מאנשים הבקיאים בתחום הנדון**

- אלגוריתם חישוב אופטימלי לחוכמת ההמונים הינו חציון או חציון רב מימדי ולא ממוצע חשבוני רגיל

תרומתו של המחקר

- הבנת תחום חכמת ההמונים
- אופן השימוש הנכון בו
- לאיזו רמת דיוק של תשובות ניתן להגיע בו

שיטה

הליך

ההליך היה כדלקמן:

- הכנת שאלות המחקר
- הדפסת השאלות הרלוונטיות על דפים (שאלות סדר)
- חלוקת השאלונים לאנשים ומילואם
- בניית אתר אינטרנט שיתמוך במפורט לעיל (שאלות רגילות שלא ניתן למצוא תשובות להן ברשת)
- הפצת האתר לנבדקים
- ניתוח התוצאות כל השאלונים
- ישנה סבירות גבוהה שסבב אחד לא יספק, ולאחר ניתוח התוצאות נזדקק לסבב דומה נוסף עם שאלות שונות ו/או קבוצת מחקר שונה

שיטה

משתתפים/נבדקים

- הנבדקים הינם:
 - סטודנטים במכללה
 - עובדים ממקום עבודתי
 - חברים בפייסבוק וב – LINKEDIN
- כמות המשתתפים הינה כ - 100

כלי המחקר

- כלי המחקר בהם השתמשנו הם:
 - אתר אינטרנט שיסביר על הנושא ויספק ממשק נוח להצגת שאלונים ולמילואם. האתר גם יכיל יכולת ניתוח של התוצאות, הצגתן באופן נוח וייצוא הנתונים לאקסל (ראה נספח א)
 - שאלות שנדפסו על דפים (ראה נספח ב)

שיטת ניתוח הנתונים

- על מנת לנתח את הנתונים, כתבתי תוכנה שמריצה את שלושת האלגוריתמים על נתונים בפורמט מסויים אשר יהיו בבסיס נתונים
- הנתונים אשר הוכנסו לאתר הוכנסו כבר דרך האתר לבסיס הנתונים, ונתונים אשר מולאו בשאלונים ידניים, הוכנסו באופן ידני לבסיס הנתונים
- בדקנו את המרחק בין שיקלול התשובות לכל שאלה לתשובה הנכונה (הידועה לנו), נרמלנו אותה ביחס לתשובה וסכמנו את תוצאות הנירמול בכל אחד מהאלגוריתמים השונים. בשיטה זו קיבלנו את האלגוריתם שנותן באופן ממוצע את התוצאות התשובות ביותר
- הסתכלות אם טווח המרחקים באלגוריתם המנצח נותן לנו תמונת מצב לגבי רמת הדיוק לה ניתן לצפות באופן עבודה זה

תוצאות

- מתוך הניסויים שערכנו קיבלנו לרוב תוצאות הקרובות לתוצאה האמיתית בין 3% ל 20% (ראה טבלה מספר 1).
- המרחק המחושב הינו הסטייה באחוזים מהתוצאה הנכונה. כפי שניתן לראות התוצאה הטובה ביותר נתקבלה בחישוב הממוצע החשבוני הרגיל (בנספח ג ניתן לראות אף את הניתוח ע"פ סוג השאלות).

תוצאות

Question Name	Question Id	Average	Median	Multi Median	Correct Answers	Regular Average Distance	Regular Median Distance	Multi Median Distance
(How much water is there in glass 1?)	15	214.268	200	209.6961	200	6.66%	0.00%	4.62%
(How much water is there in glass 2?)	16	153.9175	140	150.6664	300	94.91%	114.29%	99.12%
(How much water is there in glass 3?)	17	156.2062	150	152.4367	400	156.07%	166.67%	162.40%
(How many pages are there in book 1?)	18	641.1134	500	603.3495	769	19.95%	53.80%	27.46%
(How many pages are there in book 2?)	19	282.1031	250	252.497	215	23.79%	14.00%	14.85%
(How many pages are there in book 3?)	20	266.6186	250	239.0473	405	51.90%	62.00%	69.42%
(How many nails are there in box 1?)	25	22.53608	22	22.31353	27	19.81%	22.73%	21.00%
(How many nails are there in box 2?)	26	31.68041	30	31.93894	49	54.67%	63.33%	53.42%
(How many nails are there in box 3?)	27	42.7732	40	41.96692	53	23.91%	32.50%	26.29%
(How many nails are there in the bag?)	28	41.2268	40	40.52193	53	28.56%	32.50%	30.79%
(How many ear sticks in the box?)	29	106.433	100	104.2876	110	3.35%	10.00%	5.48%
(How many ear sticks in bag 1?)	30	80.95876	70	78.4651	90	11.17%	28.57%	14.70%
(How many ear sticks in bag 2?)	31	149.2062	120	142.7465	182	21.98%	51.67%	27.50%
(What is the weight of cow 2?)	35	595.6837	500	457.9781	671	12.64%	34.20%	46.51%
(What is the weight of cow 3?)	37	645.3322	450	459.6307	602	6.71%	33.78%	30.97%
(What is the weight of cow 4?)	39	573.654	420	427.7824	607	5.81%	44.52%	41.89%
Distance						541.89%	764.55%	676.44%

טבלה 1 – תוצאות שאלון רגיל

תוצאות

- בנוסף רצינו לבדוק האם ההמון חכם יותר. על מנת לבדוק זאת
 - בחרנו שאלה אחת מתוך סט של שאלות דומות (למשל, סט של שאלות על מספר מקלות אוזניים)
 - לקחנו את 20% האנשים שענו הכי טוב על השאלה (נקרא להם "המומחים")
 - בדקנו את התוצאות שלהם בשאר השאלות באותו סט ביחס לממוצע
 - ראינו שהמרחק של ממוצע התשובות של "המומחים" מהתשובה הנכונה אכן קטן יותר (ולכן התשובה טובה יותר) עבור כל שאלה בסט מהממוצע של כל הקבוצה. ניתן לראות את התוצאות בטבלה מספר 2

תוצאות

Compare to\Sort By	Water 1	Book 1	Nails 1	Ear - Box	Cow 2
Correct	200	769.00	27.00	110.00	671.00
Avg	214.27	641.11	22.54	106.43	595.68
Top 20 Avg	199.00	728.70	25.30	103.35	654.00
Distance	70.40	311.99	5.35	44.74	347.74
Distance - avg top 20	1.00	89.90	1.80	9.35	56.80
Second	Water 2	Book 2	Nail 2	Ear - Bag 1	Cow 3
Correct	300.00	215.00	49.00	90.00	602.00
Avg	153.92	282.10	31.68	80.96	645.33
1st Que Top 20 - avg	156.25	317.60	34.95	92.40	622.75
Dis Avg	162.02	123.00	17.65	34.81	373.48
1st Que Top 20 - dis avg	158.75	119.10	15.05	24.60	87.35
Third	Water 3	Book 3	Nail 3	Ear - Bag 2	Cow 4
Correct	400.00	405.00	53.00	182.00	607.00
Avg	156.21	266.62	42.77	149.21	573.65
1st Que Top 20 - avg	163.25	282.95	45.60	158.45	590.00
Dis Avg	244.82	193.95	12.74	81.25	330.58
1st Que Top 20 - dis avg	241.75	122.05	11.10	64.35	73.70
Fourth			Nail bag		Cow 1
Correct			53.00		965.00
Avg			41.23		630.11
1st Que Top 20 - avg			44.55		656.25
Dis Avg			16.33		529.28
1st Que Top 20 - dis avg			14.55		308.75

טבלה 2 – תוצאות תת הקבוצה הטובה יותר ("המומחים")

תוצאות

• מעבר לכך, ערכנו ניסוי על שאלות סדר ורצינו לראות את רמת הדיוק אליה ניתן להגיע ומהו האלגוריתם הנכון לשימוש

• התוצאות היו מפתיעות לטובה. התוצאות היו כמעט מדוייקות לחלוטין כאשר האלגוריתם שנתן את התוצאות האופטימליות היה לקיחת התשובה השכיחה ביותר עבור כל מיקום כפי שיתן לראות בטבלה

מספר 3

Algo\Question	Presedents					Prime Ministers					Cities					Building					Population					Declaration				
Correct Answer	2	5	1	3	4	1	5	3	4	2	5	2	3	4	1	3	2	4	5	1	3	1	2	5	4	3	4	5	2	1
Median	2	5	1	3	4	1	5	3	4	3	5	2	3	4	1	3	1	4	5	3	3	1	2	5	4	4	3	4	2	1
Most Frequent	2	5	1	3	4	1	5	3	4	2	5	2	3	4	1	2	1	4	5	3	3	1	2	5	4	4	3	5	2	1
Average	2	4	2	3	3	1	4	3	4	3	4	2	3	4	2	3	2	3	4	3	3	2	2	5	4	4	3	4	2	1

טבלה 3 – תוצאות שאלון שאלות סדר

דיון

- סיכום התוצאות מראה כי חכמת ההמונים אכן עובדת
- אנו רואים כי ניתן להגיע לתוצאות בדיוק של 5%-20%, כאשר בשאלות סדר ניתן להגיע לדיוק גבוה אף יותר. תוצאות חריגות כפי שקיבלנו שאלות המים יכולות לנבוע מכך שהיה קשה להבין פרופורציות בתמונה
- מהתוצאות של טבלה 2 ניתן לראות כי יש משמעות לידע והבנה בתחום הנישאל באופן התואם את השערת המחקר. נשאלים שהביעו ידע בסוג שאלה מסויים, התוצאות שלהם היו טובות יותר בשאלות מאותו סוג ביחס לתוצאות של כלל הנשאלים
- האלגוריתם שהניב את התוצאות הטובות ביותר היה הממוצע החשבוני הפשוט. זה עמד בניגוד להשערת המחקר ששיערה שיהיה זה חציון או חציון רב מימדי
- רמת הדיוק אליה הגענו לא עומדת בקנה אחד עם רמת הדיוק אליה טוען שהגיע ליאור צורף (גם בשיחה שערכנו איתו) בניסויים שערך (אף מול קהל ב TED). ההסבר לכך יכול להיות גודל המדגם שלנו (מאה מול אלף)
- שיטת החישוב של שאלות הסדר מתאימה לשיטה שמצויינת בספרו של ג'יימס סורוביצקי למציאת הדרך הקצרה ביותר לצאת ממבוך
- מהתוצאות לעיל ניתן לבנות מודל לשימוש בחוכמת ההמון כאשר סוג השאלות חוזר על עצמו:
 - שאלת המון X שאלות
 - לקיחת הקבוצה הטובה ביותר
 - הוספת המון נוסף לקבוצה
 - שאלת ההמון שאלות נוספות
 - לקיחת הקבוצה הטובה ביותר
 - וחזרה על התהליך

הערה: אנו שוקלים בימים אלו ליישם שיטה זו בתחום הימורי הספורט (טוטו למשל)

נספח א – אתר האינטרנט

- כתובת האתר

- <http://wisdom.zapto.org/WisdomSite>

- דף הבית

- דף שאלות ותשובות

- דף השאלון

- דף סיכום תוצאות לשאלונים

- דף תוצאות ניתוח השאלון

נספח ב – שאלון שאלות הסדר

חכמת ההמונים – שאלות סדר

סדר את נשיאי המדינה מהמוקדם למאוחר: (1 המוקדם ביותר, 5 המאוחר ביותר)

שם הנשיא	מיקום
יצחק בן צבי	2
עזר וייזמן	5
חיים וייזמן	1
אפרים קציר	3
חיים הרצוג	4

סדר את ראשי הממשלה מהמוקדם למאוחר: (1 המוקדם ביותר, 5 המאוחר ביותר)

שם ראש הממשלה	מיקום
בן גוריון	1
יצחק שמיר	5
לוי אשכול	3
מנחם בגין	4
משה שרת	2

סדר את הערים ממזרח למערב: (1 מזרחי ביותר, 5 המערבי ביותר)

שם העיר	מיקום
אשדוד	5
קרית גת	2
רחובות	3
חיפה	4
טבריה	1

סדר את גודל השחקים בישראל מהנמוך לגבוה: (1 נמוך ביותר, 5 הגבוה ביותר)

שם גודל השחקים	מיקום
סיסי טאור	3
מגדל הקריה	2
עזריאלי- עגול	4
משה אביב (רימת גן)	5
עזריאלי - מרובע	1

סדר את הערים מהמאוכלסים ביותר לפחות מאוכלסים: (1 מאוכלס ביותר, 5 הפחות מאוכלס)

שם העיר	מיקום
חיפה	3
ירושלים	1
תל אביב-יפו	2
פתח תקווה	5
ראשון לציון	4

סדר את הערים לפי סדר הכרזתם כערים מהמוקדם למאוחר: (1 מוקדם ביותר, 5 מאוחר ביותר)

שם העיר	מיקום
נתניה	3
ראשון לציון	4
אשדוד	5
תל אביב-יפו	2
ירושלים	1

נספח ג – ניתוח תוצאות לפי סוג שאלה

Question Name	Question Id	Average	Median	Multi Median	Correct Answers	Regular Average Distance	Regular Median Distance	Multi Median Distance
(How many pages are there in book 1?)	18	-641.1134	500	537.8497	769	19.95%	53.80%	42.98%
(How many pages are there in book 2?)	19	-282.1031	250	243.7755	215	23.79%	14.00%	11.80%
(How many pages are there in book 3?)	20	-266.6186	250	237.2392	405	51.90%	62.00%	70.71%
Distance						95.64%	129.80%	125.49%

Question Name	Question Id	Average	Median	Multi Median	Correct Answers	Regular Average Distance	Regular Median Distance	Multi Median Distance
(How much water is there in glass 1?)	15	214.268	200	197.313	200	0.0665897	0	0.0136179
(How much water is there in glass 2?)	16	153.9175	140	134.8953	300	0.9490958	1.142857	1.223948
(How much water is there in glass 3?)	17	156.2062	150	145.3429	400	1.560718	1.666667	1.752112
Distance						257.64%	280.95%	298.97%

נספח ג – ניתוח תוצאות לפי סוג שאלה

Question Name	Question Id	Average	Median	Multi Median	Correct Answers	Regular Average Distance	Regular Median Distance	Multi Median Distance
(How much water is there in glass 1?)	15	214.268	200	197.313	200	0.0665897	0	0.0136179
(How much water is there in glass 2?)	16	153.9175	140	134.8953	300	0.9490958	1.142857	1.223948
(How much water is there in glass 3?)	17	156.2062	150	145.3429	400	1.560718	1.666667	1.752112
Distance						257.64%	280.95%	298.97%

Question Name	Question Id	Average	Median	Multi Median	Correct Answers	Regular Average Distance	Regular Median Distance	Multi Median Distance
(How many ear sticks in the box?)	29	106.433	100	87.96704	110	3.35%	10.00%	25.05%
(How many ear sticks in bag 1?)	30	80.95876	70	71.20116	90	11.17%	28.57%	26.40%
(How many ear sticks in bag 2?)	31	149.2062	120	122.9161	182	21.98%	51.67%	48.07%
Distance						36.50%	90.24%	99.52%

נספח ג – ניתוח תוצאות לפי סוג שאלה

Question Name	Question Id	Average	Median	Multi Median	Correct Answers	Regular Average Distance	Regular Median Distance	Multi Median Distance
(What is the weight of cow 1?)	34	630.108	500	489.2368	965	53.15%	93.00%	97.25%
(What is the weight of cow 2?)	35	595.6837	500	458.5768	671	12.64%	34.20%	46.32%
(What is the weight of cow 3?)	37	645.3322	450	451.1161	602	6.71%	33.78%	33.45%
(What is the weight of cow 4?)	39	573.654	420	424.2811	607	5.81%	44.52%	43.07%
Distance						25.17%	112.50%	122.83%

נספח ז – חציון רב מימדי

- חציון רב מימדי, ידוע גם בשמו כחציון גיאומטרי (GEOMETRIC MEDIAN), הינו הנקודה שעבורה סכום המרחקים האוקלידיים ל N נקודות נתונות הוא מינימאלי.
- אלגוריתם החישוב בו השתמשנו הינו איטראטיבי.

באופן פורמאלי, עבור סט נקודות נתון של m נקודות x_1, x_2, \dots, x_m כאשר $x_i \in \mathbb{R}^n$, החציון הרב מימדי מוגדר כ:

$$\text{Geometric Median} = \arg \min_{y \in \mathbb{R}^n} \sum_{i=1}^m \|x_i - y\|_2$$

הכוונה ב $\arg \min$ לערך של הארגומנט y אשר מקטין את הסכום. במקרה הזה, זה הנקודה y אשר ממנה סכום המרחקים האוקלידיים ל x_i 's הוא מינימאלי.

נספח ד – תציון רב מימדי

• מידע נוסף ניתן למצוא כאן:

[HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/GEOMETRIC_MEDIAN](http://en.wikipedia.org/wiki/Geometric_Median) •

[HTTP://WWW.STATISTIK.TUWIEN.AC.AT/FORSCHUNG/CS/CS-2010-4COMPLETE.PDF](http://www.statistik.tuwien.ac.at/forschung/cs/cs-2010-4complete.pdf) •