

# מגמות ארוכות טווח של רשת האינטרנט

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050...2055...2060...2065



דר' דוד פסיג

עתידן, אוניברסיטת בר אילן

<http://www.passig.com>



# מסגרת ההרצאה

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

סוף עידן המחשב



Gilder חוק



Latency



מגמות-העל



מגמות משנה וחוקים



# סוף עידן המחשב האישי

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

אפשר להתחיל לזהות את המהפכה הבאה:

**The shift from computing power to communication power, or bandwidth.** Gilder

בעולם זה, טכנולוגיות חדשות  
יאפשרו תקשורת מיידית,  
אוניברסלית, בקיבולת  
אינסופית, ובחינם.



# קצב הדרישה לפס הרחב

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

חוק Gilder באחת הצורות שלו טוען כי רוחב הפס (bandwidth) משלש את עצמו כל שנה. וכי מספר הביטים העוברים ברשת מכפילים עצמם כל 100 ימים.

משמע, חברות אינטרנט מטפלות כיום בנפח תעבורה שהוא כעשירית ממה שהם יצטרכו לטפל בו בעוד כחמש שנים!

העלויות יורדות באותו יחס כמו חוק מור

F U T U R F U T U R



# הבעיה של החמרה

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065



- מהירות האור בואקום היא כ-30 סמ' בנו-שניה אחת (נש')
- בחוט נחושת – 23 סמ' בנש' אחת
- בשבב פנטיום 600 Mhz II – נדרשת נש' אחת כדי להוציא לפועל הוראה אחת – כמו הזמן הדרוש לאות כדי לעבור 23 סמ'
- בשבבים המתקדמים של היום יש כ-11 קמ' חוטי נחושת
- מהירות האור בשבבים כיום הרבה יותר גדולה מהמהירות שהאור עובר ברשת



# Latency

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050...2055...2060...2065



**השבבים החדשים ביותר כיום מבזבזים 80% מהזמן היקר שלהם תוך כדי שהם "מחכים-להוראות"**

**תופעה זו מכונה Latency (חביון, זמן אחזור) – המעבד מחכה מרבית הזמן למידע שיגיע מהזיכרון**

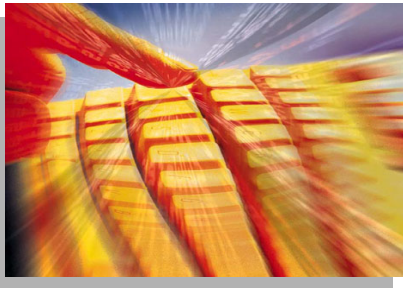
**המשמעות היא שיהיה יותר משתלם לשים מעבדים על זיכרון מאשר זיכרון על מעבדים**



# מגמת העל

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050...2055...2060...2065

כלכלת המיחשוב עד כה עוצבה  
כדי לבזבז טרנזיסטורים, אנרגיה,  
סיליקון, ולשמר רוחב פס



זה עומד להתפך על ראשו

הכלכלה הגלובאלית—הרשת החדשה—  
תבזבז רוחב פס במקום כוח עיבוד.

בסופו של דבר רוחב פס יהיה חינם ויחסוך  
באנרגיה, שטחי סיליקון, וטרנזיסטורים



# יחסי חמרה ותוכנה יתהפכו

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050...2055...2060...2065

בד"כ משתמשים בחמרה כדי לפתור בעיות רחב פס, ובתוכנה כדי לפתור בעיות latency

אך קצב ההתפתחות בפתרונות חמרה הוא פי 10 מזה של קצב פתרונות התוכנה

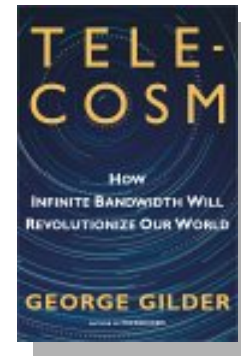
כתוצאה מכך, רשת האינטרנט החדשה תחליף תוכנה בחמרה, וההפך. הטרמינלים הכי טפשים (כמו טלפונים) יהפכו לחכמים יותר בעזרת תוכנות שישודרו בפס רחב



# מקבץ חוקים של הרשת בעתיד

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050...2055...2060...2065

- 🌐 **The Bandwidth Efficiency Law (4)**
- 🌐 **The Bandwidth-Power Law (6)**
- 🌐 **Tele-cosmic Price Elasticity Law (9)**
- 🌐 **The Wasted Bandwidth Law (11)**
- 🌐 **The Law of LEO Satellites (17)**
- 🌐 **The Law of Conduit & Content (20)**



# The Bandwidth Efficiency Law

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

- חוק זה טוען שהשימוש בפס הרחב גדל בריבוע התדרים במעלה הספקטרום האלקטרומגנטי



- משמע, ככל שהגל קצר יותר והתדר גבוה יותר כך הפס הוא בר שימוש יותר



# The Bandwidth-Power Law

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050...2055...2060...2065

- חוק זה טוען שהפס הרחב יחליף אנרגיה חשמלית



- Routers-Switches ו-יצאו מליבת הרשת העתידית שתהפוך להיות כלה אופטית

- Bandwidth תגדל על ידי שימוש רחב יותר בקטעים חדשים של הספקטרום האלקטרומגנטי ובפחות אנרגיה חשמלית



# Telecosmic Price Elasticity

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

- חוק זה טוען שירידת מחירים של 1% במחירי הפס הרחב גורמת ל- 5% עליה בביקוש



- משמע, אין לחשוש מעודפים. הפס הרחב מכפיל את הביקוש של עצמו



# The Law of Wasted Bandwidth

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

- חוק זה טוען שהכלל אשר יכתיב את מחצית המאה הבאה הוא היכולות והאפשרויות של הפס הרחב



- חברות שיבזבו פס רחב, כפי שדלק וכוח עבודה בזבזו בתקופה התעשייתית, הם אלה שיעשו את הרווחים הגדולים



# The Law of LEO Satellites

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

- חוק זה טוען שלוויני תקשורת יפסיקו להיות רחוקים ומהירים והם יתקרבו ויאטו



- Geo-synchronous Satellites
- רק  $\frac{1}{4}$  שניה delay יאפשרו הקפצת אותות מהאחד לשני מיידית



# The Law of Conduits & Content

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

- חוק זה טוען שככל שבבעלות הרשת יש פחות תכנים כך עוברים בה יותר תכנים



- משמע, חייבים להפריד בין תכנים לצנרת. אם אתה חברה "צנרת" אתה תרצה להוביל את התכנים של כלם. ואם אתה חברה "תכנים" תרצה שהתכנים שלך יעברו דרך כל המעברים והצנרות



# דף קשר

1995...2000...2005...2015...2020...2025...2035...2045...2050..2055..2060...2065

דר' דוד פסיג, עתידן  
אוניברסיטת בר אילן

<http://www.passig.com>

<http://faculty.biu.ac.il/~passig>



[passig@mail.biu.ac.il](mailto:passig@mail.biu.ac.il)

