

Union - Find

מבנה נתונים

A

make

$O(1)$

union

$O(\alpha(n))$

find

$O(\alpha(n))$

Amortized

בערך

המבנה נתונים הזה

מאפשר לנו לעדכן

המבנה נתונים בצורה יעילה

מבנה נתונים זה

מאפשר לנו לעדכן

(לכל ערך)

הוא

מבנה נתונים

find

~~union~~

union

~~find~~

find

Union

by rank

Path compression

המבנה נתונים הזה

מאפשר לנו לעדכן

$O(n)$

המבנה נתונים

הוא

Union

$O(n)$

המבנה נתונים

הוא

find

find

המבנה נתונים הזה

$O(\log)$

Union

הוא

find

find

$O(1)$

find

find

find

Union by Rank

כדי לשמור על רמת הדרגה

נדרש לזמן $O(n)$

Union ממוזגת על ידי רמת הדרגה

אם רמת הדרגה של A גדולה מרמת הדרגה של B, נצמיד את B ל-A

אם רמת הדרגה של A שווה לרמת הדרגה של B, נצמיד את B ל-A ונעלה את רמת הדרגה של A

אם רמת הדרגה של A קטנה מרמת הדרגה של B, נצמיד את A ל-B

אם רמת הדרגה של A שווה לרמת הדרגה של B, נצמיד את A ל-B ונעלה את רמת הדרגה של B

אם רמת הדרגה של A גדולה מרמת הדרגה של B, נצמיד את B ל-A

אם רמת הדרגה של A שווה לרמת הדרגה של B, נצמיד את B ל-A ונעלה את רמת הדרגה של A

אם רמת הדרגה של A קטנה מרמת הדרגה של B, נצמיד את A ל-B

אם רמת הדרגה של A גדולה מרמת הדרגה של B, נצמיד את B ל-A

אם רמת הדרגה של A שווה לרמת הדרגה של B, נצמיד את B ל-A ונעלה את רמת הדרגה של A

אם רמת הדרגה של A קטנה מרמת הדרגה של B, נצמיד את A ל-B

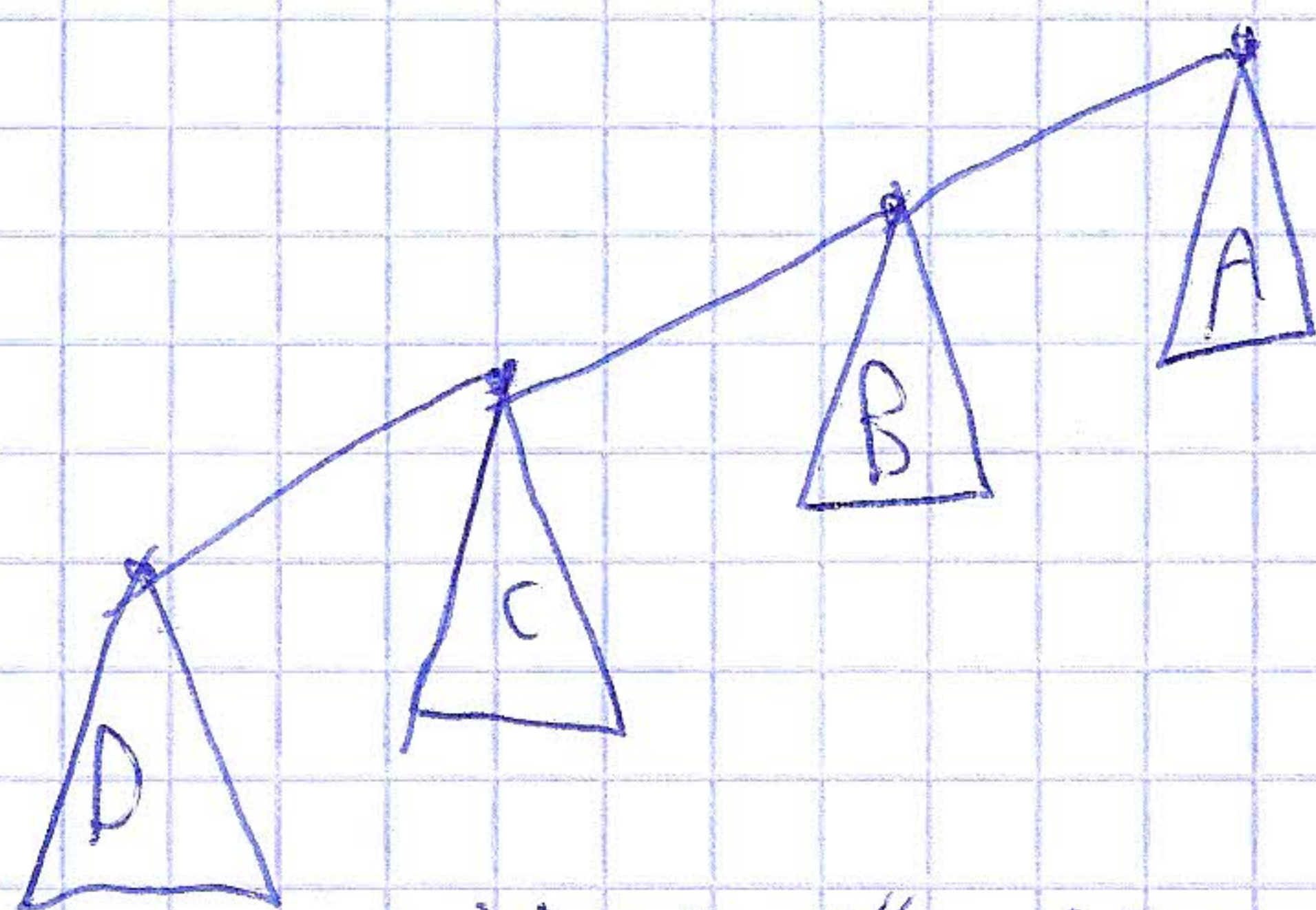
אם רמת הדרגה של A גדולה מרמת הדרגה של B, נצמיד את B ל-A

$O(\log n)$ זמן

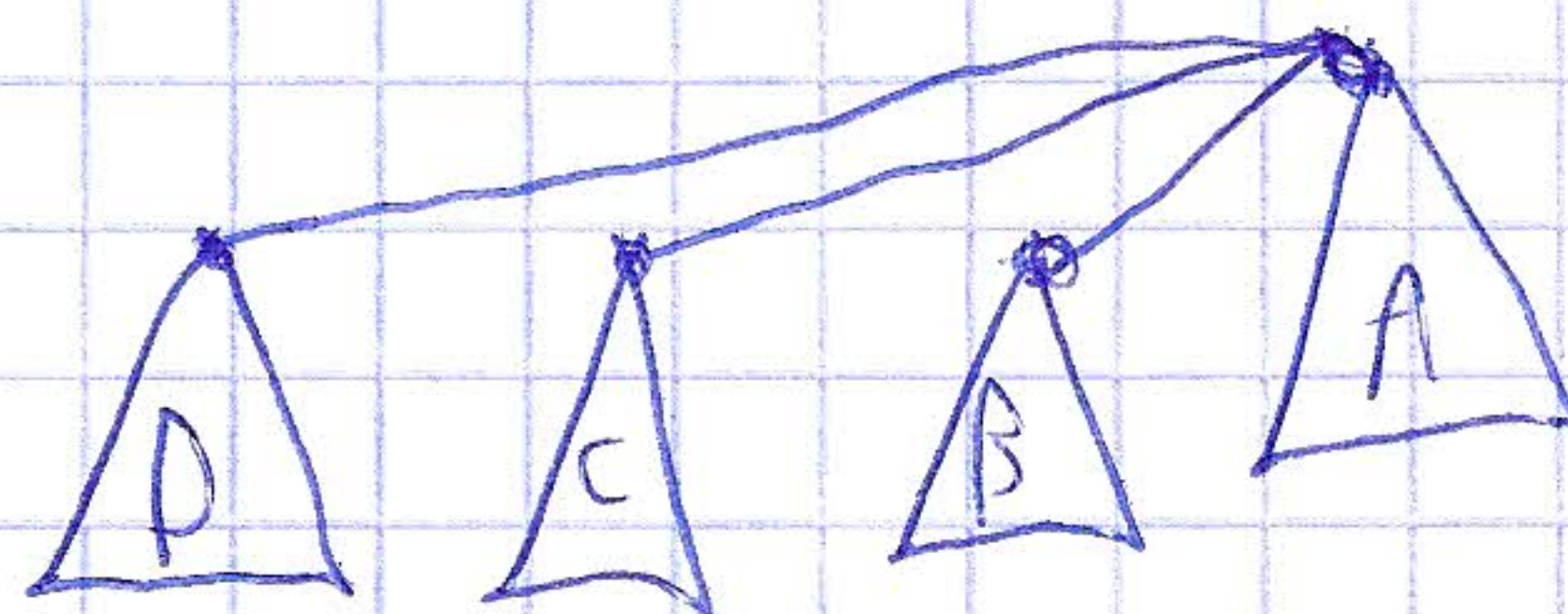
זמן של פתרון

Path compression

זמן של פתרון



$\Rightarrow$



זמן של פתרון

זמן של פתרון

make

union

find

W.C.

$O(1)$

$O(1)$

$O(\log n)$

Amortized

$O(1)$

$O(\alpha(n))$

$O(\alpha(n))$

זמן של פתרון

$$2(h)$$

מספר

מספר

מספר

מספר

מספר

מספר

מספר

$$\log^*(h)$$

מספר

קצת מההוכחה של מורקצ'סון

$$f^{(i)}(h) = f(f(f(\dots f(h)) \dots))$$

$$f(h) = h+1$$

$$f^{(5)}(h) = h+5$$

$$f(h) = 2h$$

$$f^{(7)}(h) = 2^7 h$$

$$f(h) = 2^h$$

$$f^{(3)}(h) = 2^{(2^{(2^h)})}$$

$$f(h) = \log h$$

$$f^{(2)}(h) = \log \log h$$

Ackermann

מספר

מספר

$$A_k(h) = \begin{cases} h+1 & k=1 \\ A_{k-1}^{(h+1)}(h) & k>1 \end{cases}$$

$$A_1(h) = h+1$$

$$A_2(h) = 2h+1$$

$$A_3(h) = 2^h(h+1)+1$$

$$A_n(h) = ?$$

מספר מספר מספר

for some $n \in \mathbb{N}$

$\bar{A}_k(n) = \begin{cases} 2n & k=2 \\ \bar{A}_{k-1}(1) & k>2 \end{cases}$

$\bar{A}_2(n) = 2n$
 $\bar{A}_3(n) = 2^n$
 $\bar{A}_4(n) = \text{tower}(n) = 2^{2^{2^{\dots^2}}}$

$\bar{A}_4(n) = \text{tower}(n) = 2^{2^{2^{\dots^2}}}$

tower n	2	4	76	65536	2 ⁶⁵⁵³⁶
n	1	2	3	4	5

$10^{82} < 2^{400} < \dots < 2^{65536}$

$\text{tower } 5 \gg \dots \gg 2^{65536}$

$\log^*(n)$

$\log^*(n)$

$\log^*(n)$

$\log^*(n)$

$\log^*(n)$

Union $O(1)$

Find $O(n)$

amortized $O(\log^*(n))$

$$\log^*(r) = g \iff \exp^*(g-1) < r \leq \exp^*(g)$$

$$p \times p^* \equiv \text{tower}$$

compressions over 12" of 108 N/A 1286

- 18e proton 107 88 se 103

Wife of

[illegible]

סוף חשבון, חשבון 13710, ג'ת' -

compression 17 15 18/10 10/10 10/30 0/10

$\text{rank}(x) = \text{height of node } x \text{ in}$

uncompressed forest

1' min $\frac{1}{100}$ $\sim$ 80 $\rightarrow$ 100 $\times$ $\sim$ 803

compression over 18/8

(find + union) ~ 8/25 5 83.2 ans

808 1017 R 1837 1017 808 1017 808 1017

$\frac{h}{2\pi} \cdot 2\pi = h$

[illegible][illegible]

$\therefore \frac{1}{r} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{f}$

[illegible]

180 वर्षा नो - १ वर्षा वर्षा १० वर्षा

[illegible]

10/10/18 8:00 AM 10/10/18 10:00 AM 10/10/18 12:00 PM 10/10/18 2:00 PM 10/10/18 4:00 PM 10/10/18 6:00 PM 10/10/18 8:00 PM 10/10/18 10:00 PM 10/10/18 12:00 AM

[illegible]

1) 10/3/19 2) 10/3/19 3) 10/3/19

276 508 23 12 289 2016/11/15

$\sqrt{137} \cdot 10^8$ - $\pi R_e \cdot 10^8$ 10^8 sp $25 p.$

10.3/11 ק"ק 1/80-3/78 10.3/1038 א ק"ק 10/78 א ד"ר

28/05/2022 / 28/05/2022 10:17 X N/A -150

$252 \sim 105 \quad r_k(x) \quad \rightarrow \quad 3' \sim 105 \quad r_k(x) < r_k(y) \quad \text{S/O}$

-3)	108	4	80	203.21
-----	-----	---	----	--------

compression? bond line $\rightarrow$? compression?

$\sqrt{83} \approx 9.11$

$\sqrt{10^3} > \underline{\underline{ew}} \sqrt{10^6}$

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841,

3/10/21

$$\text{group}(x) = \log^*(\text{rank}(x))$$

✓ 9/12/0

 γ/c

grünf

④ $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

~~Handwritten scribbles and text~~

$$\text{find}(x_k)$$

1052 ~~1051~~

$$r_k \leq d_k$$

2

hik-576

3

$$r_k = 65536$$

4

$$r_k \leq 2.65536$$

Wie x_{it} - x_{it} ist $\lambda(\lambda)$ x_{it} $e \geq 0$

$$\text{group}(x_{i+1}) = \text{group}(x_i)$$

b/c x_i is ~~not~~

x_{i+1} for $\{x_i, x_{i+1}\} \in E$ de $\mathcal{M}$ $\rightarrow$ $\mathcal{V}$ $\rightarrow$ $\mathcal{V}$

→ $\{13\}$ X_2 42 548 7 28 $24/52$

[illegible]
$$O(\log^* n)$$

108

אנחנו רוצים להוכיח

compression

האם זה אפשרי?

התשובה היא לא

אנחנו רוצים להוכיח

compression

האם זה אפשרי?

compression

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

$\text{tower}(g) - \text{tower}(g-1)$

$N(g)$ אנחנו רוצים להוכיח

$$N(g) \leq \sum_{r=\text{tower}(g-1)+1}^{\text{tower}(g)} \frac{h}{2^r} \leq \frac{h}{2^{\text{tower}(g-1)+1}} \left[1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots \right] =$$

אנחנו רוצים להוכיח

$$\leq \frac{h}{2^{\text{tower}(g-1)+1}} \cdot 2 = \frac{h}{2^{\text{tower}(g-1)}} = \frac{h}{2^{\text{tower}(g)}}$$

אנחנו רוצים להוכיח

$$\leq N(g) \cdot (\text{tower}(g) - \text{tower}(g-1)) = \frac{h}{2^{\text{tower}(g)}} (\text{tower}(g) - \text{tower}(g-1)) =$$

אנחנו רוצים להוכיח

אנחנו רוצים להוכיח

$$= O(h)$$

$h \log^* n$

$O(\log^* n)$

Amortized

אנחנו רוצים להוכיח

$\log^* n$

אנחנו רוצים להוכיח

המחיר

מקטע המחיר

✓ false

הצגה

true false / אמריקאים

המחיר של המסמך } הצגה

המחיר של המסמך / המחיר