Image Basics

Bob Fisher School of Informatics University of Edinburgh

Many slides in this lecture are due to other authors; they are credited on the bottom right

The dream of a machine that can see



First encounter

888 884 161 169 152 053 123 221 119 121 144 138 152 164 150 163 215 182 088 232 163 161 178 177 071 072 151 180 175 065 139 237 118 094 110 089 108 119 118 095 218 210 114 246 160 143 169 168 025 036 166 153 166 055 123 226 080 038 044 027 039 042 046 049 215 209 107 232 120 084 116 124 165 659 141 117 668 637 686 268 144 179 179 183 187 183 185 113 226 184 676 135 182 182 157 168 686 657 146 132 686 641 691 226 125 138 138 137 146 146 145 694 219 202 693 154 194 182 148 156 837 829 117 112 865 827 866 187 876 859 857 852 855 859 862 841 195 194 888 070 000 101 070 079 103 109 149 152 178 186 182 181 166 192 121 176 162 135 097 124 057 130 168 065 000 103 075 084 109 114 152 118 126 136 131 131 121 143 091 166 180 153 064 123 154 035 000 082 065 076 092 093 115 051 040 045 040 043 039 052 032 115 164 156 117 039 126 129 091 070 102 147 117 122 179 189 171 150 184 143 180 131 086 128 185 110 111 104 099 032 130 143 186 079 114 159 101 074 131 142 117 098 136 105 183 157 100 146 202 116 097 100 045 011 107 133 102 075 110 150 002 013 046 056 034 024 050 030 153 161 103 148 198 094 090 013 060 042 031 050 020 103 156 088 156 188 182 186 188 143 203 063 051 045 061 047 122 069 145 138 145 151 112 222 078 857 862 091 101 132 096 086 071 040 000 026 067 104 114 135 120 120 124 050 017 081 119 093 127 151 110 061 078 101 085 099 071 041 000 012 033 068 078 094 075 083 085 030 018 080 134 093 107 131 102 020 028 041 051 102 065 034 000 000 003 014 016 020 012 013 016 000 009 070 147 074 054 073 060 095 109 131 107 065 162 087 093 174 131 092 117 084 013 038 060 049 063 069 057 078 095 070 050 889 842 847 843 855 845 887 844 888 887 812 122 892 152 124 125 123 883 871 189 187 883 185 182 896 896 148 153 182 128 152 157 196 117 186 122 887 138 186 188 898 849 838 867 878 852 869 865 865 865 111 117 863 883 134 138 109 085 058 092 055 044 039 009 000 018 023 011 015 013 013 012 035 044 011 025 074 086 088 084 157 102 087 117 103 099 120 160 153 110 101 090 083 090 112 135 152 163 127 129 158 130 153 146 184 111 085 106 085 070 086 131 120 083 089 059 058 063 078 106 127 131 091 102 141 124 162 155 130 093 058 066 038 018 037 075 054 029 017 012 014 016 019 038 059 061 037 044 090 140 128 114 181 182 152 128 082 118 183 147 125 186 073 087 118 083 126 153 179 173 112 105 118 085 170 121 257 118 085 184 056 088 057 094 126 153 087 094 126 153 087 094 126 073 082 054 088 056 088 057 094 126 073 082 055 819 838 894 188 118 888 856 186 126 677 658 629 839 877 651 888 114 166 118 858 186 280 126 217 821 846 180 284 130 886 852 882 189 659 838 813 818 845 625 058 895 151 167 859 113 222 143 228 815 833 885 188 183 865 830 835 855 819 807 801 803 886 802 809 842 180 863 838 898 131 213 853 848 111 144 189 141 124 866 142 842 831 858 836 868 184 112 875 141 869 896 144 877 885 172 988 152 119 081 034 015 042 044 145 091 140 234 170 164 294 241 142 169 098 034 074 131 102 091 038 016 045 044 151 099 097 154 113 107 145 199 141 184 103 032 037 082 142 110 076 139 109 071 027 012 035 025 133 088 077 130 095 085 123 181 129 162 082 024 027 062 117 088 881 188 154 883 884 851 868 865 892 178 867 179 258 248 253 168 188 148 882 114 858 187 155 188 091 106 169 093 005 056 070 072 098 186 053 117 183 167 187 132 195 156 090 127 065 116 171 102 077 150 085 004 044 056 062 087 175 042 109 180 158 185 125 190 144 086 119 050 147 072 182 118 113 182 812 815 851 894 154 185 138 835 168 172 187 884 187 182 137 862 836 186 116 155 284 122 122 118 814 815 855 182 171 284 145 822 111 117 871 882 288 281 155 872 839 184 155 142 157 124 034 043 127 133 121 132 149 107 064 066 083 143 150 131 129 120 080 124 074 175 109 155 102 130 033 042 139 151 137 148 164 111 046 047 077 158 171 151 147 135 084 132 082 184 147 133 132 113 024 031 127 144 125 133 153 103 040 041 071 153 168 146 142 125 062 141 158 854 849 858 183 133 148 147 151 839 815 156 186 158 158 111 862 893 149 181 192 122 134 847 837 841 893 138 159 157 162 836 886 183 166 122 082 077 120 071 045 047 092 109 116 166 129 057 052 123 142 135 111 082 066 127 171 210 193 126 086 084 130 080 044 050 089 107 111 170 133 048 045 122 139 134 117 095 076 140 183 222 200 095 059 070 101 060 035 033 053 076 092 158 120 040 037 111 127 106 089 073 066 159 153 137 128 088 090 102 040 031 141 111 122 227 228 142 166 206 132 133 069 034 104 164 172 168 184 146 137 093 092 109 041 027 120 081 086 207 198 115 137 179 111 100 060 038 115 174 187 176 178 109 104 067 063 083 029 015 069 037 072 186 203 115 140 173 090 038 027 023 092 132 144 127 118 102 079 096 065 099 037 003 172 124 067 056 065 171 048 033 136 138 139 182 183 111 084 098 083 108 040 000 156 082 039 028 043 039 028 023 027 038 141 044 037 148 145 145 179 170 091 059 061 049 082 029 000 104 044 027 027 030 022 021 019 026 076 026 031 119 113 112 085 141 626 633 667 167 629 668 142 131 696 677 669 683 673 665 663 139 612 674 131 128 262 161 176 157 634 638 668 119 637 669 628 217 689 629 629 121 611 677 141 135 216 162 156 136 624 613 644 693 624 668 675 659 630 616 611 617 611 667 618 676 665 661 113 167 167 110 038 020 050 021 012 038 112 133 106 110 132 131 121 045 021 022 072 151 208 154 118 187 182 124 038 018 055 020 009 033 067 067 056 069 081 060 058 029 019 020 188 156 159 188 826 812 848 815 888 825 873 868 842 851 874 862 868 833 815 814 858 162 222 166 152 159 188 622 680 612 633 665 612 121 154 145 166 168 676 611 642 652 114 268 138 126 161 188 164 177 120 623 681 619 631 688 663 677 681 689 691 649 617 643 651 126 218 144 129 136 155 139 156 161 615 661 666 624 668 610 671 682 687 163 111 661 622 648 648 169 264 124 693 150 147 152 107 023 007 049 042 079 095 189 203 217 211 063 087 106 045 070 081 130 171 176 178 163 164 165 116 027 007 046 039 082 047 113 138 135 137 044 088 109 045 080 089 136 170 146 144 134 148 143 891 817 883 847 838 878 854 136 166 171 167 853 887 187 843 878 875 189 074 074 152 144 143 133 084 029 028 062 233 215 243 245 251 253 211 244 116 022 021 136 151 164 175 123 170 157 153 144 102 032 026 052 229 179 206 240 24 145 162 123 142 105 147 131 127 117 070 020 025 041 191 153 235 252 254 241 150 206 110 025 014 152 144 133 122 116 846 822 835 214 226 213 228 216 212 225 284 837 623 123 159 167 198 891 668 178 158 148 133 126 855 828 829 185 189 182 285 283 193 282 191 836 826 135 177 172 183 677 656 154 142 124 186 894 638 828 813 121 149 281 219 216 287 158 134 829 826 125 182 136 036 030 882 146 138 128 117 866 816 883 826 849 856 853 863 875 869 837 823 861 117 153 231 125 886 178 888 183 157 148 128 876 817 883 818 846 855 845 857 888 866 838 825 869 141 075 147 148 118 896 857 136 133 130 093 054 071 065 085 076 086 084 102 112 130 141 167 241 184 106 178 197 012 094 154 149 142 104 060 072 065 088 076 085 090 083 106 119 143 156 182 250 194 092 135 150 086 081 136 126 119 087 043 053 047 068 052 058 081 095 119 139 184 824 864 115 138 127 139 158 145 168 677 689 694 682 133 174 196 174 154 117 699 182 184 194 123 631 673 138 148 139 146 152 148 166 679 691 168 682 142 166 205 190 162 123 698 144 137 151 166 620 659 116 128 119 121 110 165 679 655 668 668 663 117 150 186 179 148 110 672 671 655 676 150 882 880 831 181 124 144 156 168 141 695 117 119 692 151 269 135 664 683 680 132 264 193 192 156 696 682 638 117 138 154 153 162 151 168 121 129 693 168 231 151 1674 684 682 116 153 146 156 146 674 680 631 699 117 137 115 115 132 688 166 118 671 137 718 139 684 680

What do you see ?

credit V. Ferrari

Second encounter

124 883 814 182 146 182 181 185 188 158 851 878 154 129 212 239 188 138 145 888 154 145 187 194 124 145 187 194 125 155 68 841 294 255 237 179 635 154 238 228 154 111 188 181 177 178 178 178 178 1	4 1的 時時時時13 153 165 167 28 18 66 163 28 156 167 28 18 66 113 114 168 69 165 111 114 168 69 165 113 114 164 69 155 25 20 24 154 169 159 119 114 165 25 20 24 154 169 159 119 114 155 25 20 24 154 169 159 119 119 119 159 159 119 114 114 28 20 28 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25
1 節 組 解7 15 15 15 15 15 15 15 15 10 14 17 18 16 節 節 前 17 11 17 23 18 11 19 前 節 節 18 10 14 16 16 18 10 14 15 17 15 17 15 17 15 19 17 15 18 11 11 15 17 15 11 11 17 15 11 11 15 17 15 11 11 15 17 15 11 11 15 17 15 11 11 15 17 15 11 11 15 17 15 11 11 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15	I 使用模仿最优性强化的服用模仿发发化的模仿发发性成化性体和性硬度化发展、现在的保证性、原因性性、原因性的保证、现在不可能和感觉、如果我们的服用和原则和服用的原则,不能不能能能。
Ver 120 102 103 102 104 109 103 121 104 000 000 040 131 200 231 114 000 112 101 102 104 101 101 110 104 123 104 100 100 120 231 133 000 100 100 100 100 100 100 100 1	
118 124 030 000 095 1/0 101 006 00/ 091 03/ 053 04/ 112 193 204 10/ 149 190 19/ 191 191 1// 106 189 102 1/9 202 195 205 11/ 093 228 123 228 143 091 050 116 034 195 196 0/6 093 13/ 164 199 1	
622 020 080 080 883 132 658 013 080 652 127 036 001 085 161 184 184 171 179 194 186 187 185 184 184 170 193 193 193 198 129 080 194 200 196 109 083 123 071 007 118 173 026 059 148 153 156 1	
102 015 000 000 061 133 035 081 136 009 111 114 113 128 142 135 120 149 155 180 183 179 176 185 175 135 164 190 189 160 081 150 180 181 134 163 170 108 140 086 101 099 003 081 177 171 1	H 667 011 000 000 054 139 038 876 142 137 129 120 118 138 147 126 055 110 069 127 138 127 131 118 128 123 065 118 143 140 121 061 124 176 167 108 1124 178 165 124 165 124 167 124 176 167 124 178 165 124 171 124 178 165 1144 168 111 146 112 176 167 124 178 165 114 146 112 176 167 169 117 069 168 116 114 176 167 1141 168 111 148 111 068 118 111 148 111 068 118 147 128 108 148 148 121 141 148 149 121 068 148 148 148 148 141 148 141 148 141 148 141 148 141 141
181 116 023 083 151 199 102 193 184 146 132 138 154 143 149 147 112 107 111 147 182 174 184 181 175 100 128 132 172 187 154 119 152 187 176 147 169 102 194 238 230 106 170 039 046 155 175 1	1 161 102 019 044 142 209 162 201 209 170 144 154 171 153 168 163 044 044 149 132 122 138 101 171 101 07 048 124 153 041 168 124 101 122 123 148 145 107 110 102 125 148 103 171 101 102 125 148 103 141 102 125 148 103 111 101 101 101 101 101 101 101 101
155 080 080 073 088 173 172 085 033 088 014 016 057 081 131 084 157 087 084 128 172 190 195 195 185 183 181 197 157 127 118 151 088 018 084 075 081 170 700 181 106 154 118 030 0	1. 化瓜根酸银海瓜酸酸化医酸酸酸酸医酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸酸
107 000 000 001 005 044 000 000 001 005 044 000 000 000 000 000 010 070 070 010 070 010 01	
131 080 080 030 92 113 118 032 000 10/ 119 126 032 032 015 119 103 133 031 090 140 16/ 1/9 108 153 101 100 1/4 191 102 135 111 215 211 080 080 032 105 12/ 023 0/3 093 035 12/ 141 190 194 0	
138 046 01/ 0/3 09/ 002 153 125 000 091 134 055 0/2 094 000 042 153 113 046 00/ 09/ 126 153 1/5 1// 163 1/3 1/3 164 155 160 16/ 109 1/5 139 0// 108 006 128 133 022 181 168 138 11/ 033 168 1/6 0	4 667 622 619 (b) 101 666 163 143 142 (b) 102 666 153 143 602 (b) 1101 144 153 142 157 (b) 111 144 153 144 153 144 153 142 157 (b) 111 144 153 144 153 142 157 (b) 111 144 153
121 056 094 112 128 085 041 161 042 012 105 131 104 032 000 001 030 045 046 082 095 105 126 154 168 178 170 130 115 120 135 105 095 026 025 134 175 148 043 057 206 094 108 112 061 107 134 0	4 077 017 017 044 080 051 064 037 715 054 002 055 1100 080 071 012 050 027 044 045 000 011 102 103 012 015 020 0120 01
116 083 084 140 131 130 077 077 138 041 007 016 011 000 000 023 046 052 094 130 140 132 131 145 162 152 133 133 152 142 094 076 027 005 021 040 054 067 169 111 068 129 121 140 124 152 0	8 070 052 055 104 101 066 057 061 156 055 006 000 010 01 027 023 053 063 016 063 091 102 114 102 069 064 115 103 057 054 028 005 010 101 101 060 002 003 008 001 011 011 000 002 003 008 007 011 029 024 023 016 003 000 010 011 011 000 002 003 008 007 011 029 024 025 021 023 016 003 001 011 012 112 114 102 0169 014 102 112 114 102 0169 014 102 112 114 102 0169 014 115 113 1057 112 065 112 016 011 011 010 000 02 003 000 010 011 011 000 002 003 008 000 010 011 011 000 002 003 008 007 011 012 012 012 012 012 012 012 012 012
699 072 053 131 109 131 137 053 085 142 091 116 112 015 014 006 021 054 059 056 070 081 065 105 104 130 108 087 095 106 137 133 094 036 002 019 058 093 102 132 043 117 085 161 181 123 175 0	0 101 103 043 106 044 102 111 043 083 102 097 110 145 086 000 013 071 021 045 046 041 022 112 046 046 053 011 021 102 114 044 080 013 037 012 014 028 046 043 097 117 118 011 082 002 002 002 003 008 014 011 021 019 008 004 018 010 01 011 011 014 008 013 017 012 019 008 004 018 0101 011 011 011 011 011 011 011 01
147 071 047 131 133 119 101 150 001 039 116 100 120 050 010 013 033 072 000 078 000 114 003 101 107 107 007 000 114 128 123 101 110 005 000 078 100 133 110 110 055 000 078 100 153 204 170 102 102 102 102 102 102 102 102 102 10	1. 性感與151717141は熟品1257161111酸料酸酸11500m酸料酸酸11500m酸解酸酸酸酸酸酸酸酸酸化111110m。111100m。11111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m。111110m
161 0.07 0101 102 000 000 101 100 001 101 100 001 100 000 010 000 010 000 010 000 010 000 010 0000	1 近期時時期期時期時期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期期
101 003 024 139 119 001 139 139 139 139 139 139 139 139 139 13	
1// 132 026 16/ 205 163 146 114 169 126 125 164 066 060 06/ 100 101 156 142 123 0/9 103 110 10/ 091 102 064 065 055 103 135 138 152 14/ 121 053 0/5 13/ 162 165 165 168 169 201 062 154 156 0	2 14 1159 422 144 159 422 144 159 144 46/ 169/ 144 474 42/ 152 420 452 452 452 450 450 450 112 112 120 / 153 444 467 12 113 144 165 153 147 145 154 447 112 113 144 165 153 147 145 154 142 113 144 165 153 147 145 154 144 112 113 144 165 153 147 145 154 142 113 144 151 152 153 145 154 144 111 145 154 144 151 152 153 145 154 144 111 145 155 154 144 151 152 153 145 154 144 151 152 154 145 154 145 154 145 154 145 154 145 154 145 154 145 154 145 155 145 14
160 154 059 080 161 151 143 121 124 106 089 097 112 094 128 130 132 149 093 184 097 187 105 085 086 071 056 086 111 114 144 141 154 185 163 148 115 086 118 158 185 185 205 174 137 233 139 1	
139 169 153 658 010 000 657 160 089 001 067 119 125 171 196 192 174 155 122 089 097 101 690 061 092 084 100 121 098 110 142 124 124 170 156 180 171 135 108 137 135 168 132 055 101 176 112 1	5 142 178 170 067 072 060 048 144 078 061 061 065 042 143 187 177 144 129 055 061 073 065 055 044 064 060 182 113 108 154 129 055 044 078 055 041 071 121 055 055 044 078 055 041 071 121 055 055 044 078 055 041 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 043 071 043 071 043 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 043 071 071 071 071 071 071 071 071 071 071
695 185 282 199 138 656 132 151 123 164 161 692 636 137 169 188 159 138 151 116 163 666 667 667 677 111 107 133 668 693 127 134 127 176 171 201 187 127 136 691 169 128 629 644 187 195 688 2	3 06 197 221 208 159 159 155 115 115 115 115 115 115 115
N23 142 166 167 173 173 176 171 141 168 068 812 087 168 118 175 172 184 115 177 168 069 063 062 063 114 107 179 067 068 118 145 159 168 145 159 168 164 177 163 065 068 118 117 168 755 176 118 1	鶡 展升性射性组织操体性施性感情酶酶低射感觉無疑医疗药药的价格感激感觉性使得性极振振感觉性使效化活 的性性肉性性糖醇的氨基酶品酸酸料酶酶酶酶酸脂酸的酸酶酶酶医胆酸的酶酶酶化酶性性液和超酶酸和效用症炎
DOI 013 101 102 014 103 101 102 014 103 103 103 103 103 103 103 103 103 103	
020 013 012 017 037 130 201 130 141 029 034 143 133 112 940 033 446 022 031 023 023 023 023 037 037 130 107 107 137 120 030 017 047 141 133 101 109 003 223 200 041 013 017 120 130 141 023 017 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120	
628 649 000 003 625 114 16/ 121 166 153 133 163 120 051 050 051 151 131 626 03/ 030 012 621 034 634 655 051 165 165 063 166 162 651 051 167 626 112 16/ 160 620 112 112 16/ 160 620 112 16/ 160 620 112 16/ 160 620 112 16/ 160 620 112 112 16/ 160 620 112 16/ 160 620 112 112 112 112 112 112 112 112 112 1	
622 119 165 677 134 154 167 124 684 692 124 152 193 176 128 632 146 179 666 018 627 643 675 658 644 651 684 697 116 114 138 129 645 671 194 680 648 165 141 168 139 666 677 665 669 142 196 6	
005 131 176 127 132 139 003 089 052 020 007 010 000 003 089 084 156 186 118 011 072 195 233 189 110 004 006 109 123 180 246 248 109 102 167 131 188 129 005 035 002 035 004 046 045 161 171 0	4 104 1124 105 106 106 105 105 106 106 105 102 105 105 105 105 105 105 105 105 105 105
059 076 146 184 093 086 026 073 049 020 000 000 005 000 000 083 092 156 172 055 104 243 253 254 249 227 218 230 242 255 254 255 155 170 208 202 121 002 000 044 013 051 112 069 109 173 138 0	17 062 076 153 155 103 089 033 081 056 023 080 065 063 080 080 022 089 182 187 169 079 173 189 155 158 182 189 080 083 010 056 128 179 147 150 029 170 173 119 150 129
078 000 043 143 155 157 139 089 020 000 012 100 084 000 035 007 011 144 209 114 031 129 216 254 254 254 254 254 254 254 254 167 123 228 185 076 002 014 068 106 103 034 064 132 194 173 108 1	0 001 000 045 153 167 170 151 100 025 000 013 107 100 021 103 101 100 021 103 101 100 001 101 100 010 101 100 010 101 100 001 0000
138 008 100 112 100 104 100 015 000 001 102 100 110 003 105 125 002 114 225 128 002 104 005 103 248 223 223 227 238 207 248 107 555 155 055 118 052 118 127 107 108 108 104 003 108 154 000 000 100 100 100 100 100 100 100 10	4. 反应低的自己状的影响的影性很不可能很多不可能性很不可能得觉的消费性是最优优的影响。但你能能使你很快能能的那样的保障的能量发展和影響性的发展在影響的是不能能性能的。
201 172 173 114 116 888 128 877 811 80 887 811 801 801 887 884 888 185 184 812 187 917 183 884 108 815 185 185 185 185 185 185 185 185 18	
203 1/2 0/0 1/0 1/0 1/0 0/0 1/2 0/0 0/2 0/2 0/2 0/2 0/0 0/0 0/0 1/0 1/0 1/0 1/0 1/2 0/0 0/0 1/0 1/0 1/0 1/0 1/0 0/0 0/0 0/0	
100 100 143 109 053 120 141 104 000 003 003 054 022 001 039 139 109 109 109 109 100 102 131 022 052 103 204 111 214 109 122 022 049 004 041 009 119 109 109 109 109 109 109 109 10	
109 105 115 108 145 192 107 0/3 004 006 007 0/1 134 124 152 097 097 088 125 113 143 1/3 116 035 080 129 112 103 000 056 138 146 147 103 058 0/4 101 13/ 116 025 0/4 11/ 105 026 030 114 2	1 15 215 100 644 146 155 122 645 044 447 (055 647 147 155 046 447 (055 647 147 155 117 167 147 156 164 155 12) 112 112 112 112 112 112 112 112 112
143 132 172 163 176 134 142 112 666 636 611 675 131 164 161 174 157 156 147 131 697 149 165 168 622 622 624 628 641 156 164 126 139 166 169 158 167 199 161 169 665 674 128 179 146 675 166 2	8 % 均均能用 物质性的 筋膜的 化化塑 能用 物质 化物化 塑 能的 能 份 们 均 但 物 物 的 拉拉 塑 他 你的 拉拉 物 使 你 们 使 制 和 御 他 你 们 他 你 随 他 们 都 哪 的 即 静 都 你 他 们 你 哪 即 的 能 你 们 你 那 的 的 你 你 们 你 哪 爾 你 他 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你 你
666 147 163 291 168 111 137 174 112 002 027 083 038 038 076 109 111 114 138 153 154 152 164 169 077 005 000 036 124 291 183 170 158 141 129 159 120 082 650 039 070 116 126 148 170 159 120 082 650 039 070 116 126 148 120 110 110 110 110 110 110 110 110 110	7 077 155 174 288 188 122 148 188 121 148 188 121 148 188 121 148 158 121 148 158 121 148 158 121 159 157 175 172 188 188 147 115 148 148 148 148 148 148 148 148 148 148
657 140 144 154 127 147 144 157 884 800 650 679 617 656 688 111 140 138 153 151 155 153 152 143 075 810 805 841 144 191 196 192 173 148 150 142 128 882 877 861 887 169 147 165 171 198 228 1	6 (57 146 150 155 141 153 155 167 1697 042 048 062 021 053 046 062 021 053 065 115 157 152 133 071 171 108 168 161 163 155 049 069 069 062 012 109 107 103 107 109 107 115 154 124 107 155 108 125 109 007 064 014 108 109 069 042 159 124 129 126 124 129 126 124 129 126 124 129 126 124 129 126 124 129 126 124 129 126 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 129 126 124 124 124 124 124 124 124 124 124 124
18 125 189 871 888 123 688 183 180 808 688 650 618 674 671 692 128 113 128 144 138 117 112 694 675 824 828 684 698 141 148 148 177 154 139 124 689 655 674 652 183 149 162 207 198 199 265 1	8 切切伸脚跳爆筋仰筋脚脚筋脚筋伸脚脚的脚筋脚筋脚筋上上的筋肉筋上的筋肉的筋肉的筋肉的筋肉的筋肉的肉肉的肉的肉肉的
112 126 081 038 088 074 138 109 013 078 024 077 034 070 108 129 109 151 170 187 155 108 077 044 038 080 055 121 154 080 114 112 080 085 103 078 040 085 101 133 148 140 222 702 181 1	4. 性质的现象和影响化的的影响和我们的现象和我们的影响我们在影响我们的影响我们的影响我们的是这些是一个人,我们是这些是是一个人的问题,我们在这些是是是一个人的问题。
100 H31 000 H50 043 040 051 045 045 045 045 045 045 045 045 045 045	
100 122 133 107 000 121 023 004 129 022 010 010 023 100 170 010 005 200 240 105 219 219 210 101 170 229 105 106 105 122 010 101 022 116 113 106 104 124 101 101 220 1	
117 093 146 005 102 136 009 047 052 031 056 016 000 009 149 213 169 052 014 148 135 054 121 114 056 059 075 059 042 058 135 042 154 186 106 000 001 055 138 148 113 174 171 054 137 208 186 1	
124 088 087 029 047 114 111 008 105 132 049 017 000 009 135 214 154 086 070 005 081 059 046 040 041 038 032 025 025 023 039 101 203 074 000 000 083 135 124 122 139 131 145 212 205 173 1	3 139 170 096 1024 455 175 170 096 124 455 175 170 096 170 176 175 175 175 170 196 170 176 175 172 196 00 000 096 000 196 110 120 120 000 096 000 096 000 197 142 131 131 142 113 125 113 143 131 142 113 125 113 143 131 147 142 188 005
142 120 030 006 020 068 070 061 065 120 065 084 004 000 101 211 140 062 063 073 074 072 062 058 070 069 061 053 056 044 042 046 165 177 020 000 023 102 140 153 113 091 103 215 204 147 152 1	H 122 133 055 068 019 403 003 041 105 108 019 401 002 041 105 108 028 018 402 102 010 011 105 108 000 000 011 105 108 000 000 011 105 108 000 000 011 105 108 000 000 011 105 108 000 000 011 105 108 000 000 011 105 108 000 000 000 000 000 000 000 000 000
164 152 056 015 024 035 043 080 113 100 026 086 006 008 086 216 136 113 116 109 097 081 079 095 102 105 099 092 090 082 081 056 155 133 000 002 047 138 137 111 112 163 222 205 157 125 172 2	12 177 169 668 617 027 631 638 666 125 114 630 666 632 651 468 668 648 648 648 668 639 647 047 144 145 122 119 169 233 213 170 120 144 175 153 148 648 600 101 018 018 625 644 142 659 642 652 652 653 668 618 618 618 625 644 144 667 661 659 642 653 648 618 618 153 678 678 678 678 678 678 678 678 678 678
178 162 122 844 014 048 038 007 076 892 024 010 020 001 017 117 142 128 125 123 115 892 692 118 130 127 127 119 121 126 110 034 631 026 018 010 036 123 078 128 165 222 223 160 091 120 184 1	1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
179 146 154 137 657 636 631 691 613 642 622 611 638 612 662 656 122 133 132 122 106 107 133 135 136 135 134 142 167 636 665 662 611 656 618 611 656 618 612 168 144 218 211 211 167 672 124 132 179 1	5 体出很保健的双链般体和可能操作的保健性性的 医尿道 医尿道 医尿道 医尿道 医白白白白白白白白白白白白白白白白白白白白白白
157 118 (45) 158 145 158 151 018 005 011 011 015 055 015 011 003 016 011 011 014 055 015 011 008 016 012 110 158 105 (17) 110 158 105 (17) 100 101 018 050 010 017 011 017 (11) 178 (15)	A 使现得得分别的邮新风的邮放风的邮款 网络新斯尔斯斯斯尔斯斯斯尔斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯斯
150 155 151 145 154 147 119 046 003 000 001 007 057 002 003 022 049 016 034 145 176 179 190 155 206 207 212 162 0/5 035 006 000 005 0/2 091 019 006 131 130 099 036 156 209 152 1/3 174 155 1	
151 147 147 148 144 159 148 125 943 826 994 997 664 952 915 978 242 951 938 171 192 177 283 227 222 215 236 225 187 833 948 211 182 989 872 911 925 978 839 986 145 198 139 143 194 174 187 1	2 体疗能物的物质的能力的物质的现在的物质的物质的物质的物质的物质的物质的物质的物质的物质的物质的物质的物质的物质的
148 151 146 141 144 151 141 130 166 076 029 007 050 032 033 101 255 196 135 211 247 214 218 255 244 233 254 249 177 139 218 255 176 088 083 007 024 019 041 156 187 141 118 182 189 172 183 1	1 168 165 153 152 154 161 159 141 113 168 069 067 044 000 02 103 255 168 110 122 021 117 200 255 252 244 249 220 124 113 067 050 050 021 044 025 110 110 100 020 01 114 025 112 112 112 112 112 112 112 112 113 113
157 150 144 145 146 132 127 123 100 091 057 000 039 036 000 090 255 255 252 247 251 250 243 254 252 252 252 251 255 255 254 255 135 049 047 000 005 048 167 202 143 113 177 178 182 150 092 0	11 118 119 159 157 142 149 158 157 142 149 158 157 142 149 158 156 157 062 010 043 05 00 07 07 25 255 255 255 255 255 255 255 255 255
156 153 141 147 136 132 123 128 192 116 055 011 029 033 021 057 246 255 255 255 255 255 255 255 255 255 25	1 15 位 行 俗 接 相 体 均 饼 竹 饱 時 朝 報 認 約 約 約 約 約 約 約 約 約 約 約 約 約 時 約 時 朝 朝 朝 相 化 括 位 行 倍 物 相 弱 朝 一份 你 相 散 時 朝 可 勝 检 約 前 較 約 行 聯 检 認 路 第55 55 55 29 印 印 佰 佰 昭 臨時 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮 邮
147 152 143 138 137 138 119 127 173 174 677 682 621 633 618 616 177 217 214 267 187 186 187 760 265 168 189 186 187 170 265 168 186 177 217 211 186 187 717 215 218	7 你自得看你感觉体也这种能说的神影也没有你想得我你没有你这些不能的神影的你没有你的事件,你没有这些事情,你们就是你是你的事实的你是你不是你们不能是你是你是不是不能能不能
608 100 155 110 110 110 110 110 110 110 110	
Det door 10 tot 416 418 418 418 418 418 418 418 418 418 418	
11 100 100 100 100 100 100 100 100 100	
DOD 1024 UST 146 120 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137	
013 002 026 000 117 147 116 130 128 126 006 110 061 000 125 110 002 125 120 102 061 002 072 086 112 060 086 078 000 127 155 152 166 146 166 152 166 233 237 247 226 000 055 171 160 188 100 1	
15 054 080 825 889 188 148 144 131 133 131 123 120 139 139 141 128 138 125 688 071 885 661 692 694 081 665 692 115 134 154 162 164 188 203 193 230 266 197 193 129 647 172 190 165 185 188 1	14 1014 000 001 023 100 118 158 100 118 158 100 118 158 100 114 152 188 152 188 153 184 152 188 150 000 017 011 101 120 120 120 118 155 000 017 011 101 120 120 120 120 121 120 120 120
156 123 047 011 009 057 086 103 125 135 133 123 146 155 151 151 154 140 117 002 087 080 067 089 155 077 054 131 102 103 174 181 196 215 195 115 108 093 044 031 036 144 204 191 186 183 192 1	H 178 145 660 018 016 662 665 123 142 153 148 154 155 145 155 145 155 145 155 145 170 108 663 007 171 065 663 007 171 065 663 008 047 110 665 023 129 026 017 155 145 120 125 123 125 123 126 113 147 155 145 120 125 125 126 116 101 047 033 030 128 168 668 667 066 047 120 020 121 020 121 021 021 021 021 021

And now ?

First encounter



Rapid visual recognition is important !

The goal of computer vision

To extract "meaning" from pixels



Humans are remarkably good at this...

Source: "80 million tiny images" by Torralba et al.

What kind of information can be extracted from an image?

- 2D/3D measurements
- Semantics / meaning
- Counts
- Quantities used for decisions (e.g. medical)

Vision as measurement device



NASA Mars Rover









Goesele et al.

Pollefeys et al.

Vision as a source of semantic information



Object categorization



Scene and context categorization



Qualitative spatial information



Why is computer vision difficult?

Challenges: viewpoint variation

Michelangelo 1475-1564

slide credit: Fei-Fei, Fergus & Torralba

14

Challenges: illumination



Challenges: scale





Challenges: non-rigid deformation



Xu, Beihong 1943

Challenges: occlusion



Challenges: background clutter



credit V. Ferrari

Challenges: object intra-class variation



slide credit: Fei-Fei, Fergus & Torralba

Inherent ambiguity of the problem

 Many different 3D scenes could have given rise to a particular 2D image





- Possible solutions
 - Bring in more constraints (more images)
 - Use prior knowledge about the structure of the world
- Need a combination of geometric and statistical methods



What have we learned?

- Images are numbers hard to interpret
- Many kinds of results extractable from images
- Many issues make image analysis difficult
- Computer vision links to (and requires) many topics