

CHARA 2015 Towards Adaptive Optics at CHARA

Fundamental Properties of O- and B-type Stars

Katie Gordon GSU March 19th, 2015











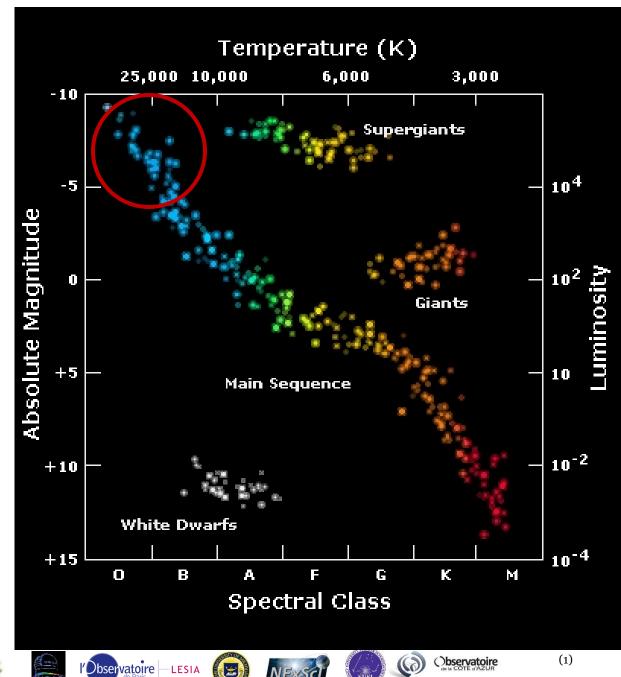




Observatoire



CHARA 2015 Towards Adaptive Optics at CHARA





Georgia<u>State</u>University



Hanbury **Brown et** al. (1974) **4 O stars 16 B stars**

Overlap with our sample:

> **2 O** stars **2 B** stars







CHAF

TABLE III

The uniform disc angular diameters, true angular diameters and normalized zero-baseline correlations for 32 stars

B.S.NameMK $(normalized)$ $\vec{\theta}_{UD} \pm \sigma$ $(10^{-3} seconds)$ of arc) $\theta_{LD} \pm \sigma$ $(10^{-3} seconds)$ of arc)472 αEri $1B_3 Vp$ $\circ 98 \pm \circ \circ 5$ $1 \cdot 85 \pm \circ \circ 7$ $1 \cdot 92 \pm \circ \circ 7$ 1713 βOri $+B8 Ia$ $\circ 98 \pm \circ \circ 5$ $1 \cdot 85 \pm \circ \circ 7$ $1 \cdot 92 \pm \circ \circ 7$ 1790 γOri $+B2 III$ $1 \cdot \circ 3 \pm \circ \circ 7$ $\circ 7 \circ 5 \pm \circ \circ 4$ $\circ 72 \pm \circ \circ 4$ 1903 ϵOri $+Bo Ia$ $\circ 86 \pm \circ \circ 7$ $\circ 67 \pm \circ \circ 4$ $\circ 72 \pm \circ \circ 4$ 1904 ζOri $+Bo Ia$ $\circ 86 \pm \circ \circ 7$ $\circ 67 \pm \circ \circ 4$ $\circ 72 \pm \circ \circ 4$ 2004 κOri $+Bo \cdot 5 Ia$ $1 \cdot 18 \pm \circ \circ 9$ $\circ 44 \pm \circ \circ 3$ $\circ 45 \pm \circ \circ 3$ 2236 αCar Fo Ib-II $\circ 75 \pm \circ 22$ $6 \cdot 1 \pm \circ 7$ $6 \cdot 6 \pm \circ 8$ 2421 γGem **Ao IV $1 \cdot 17 \pm \circ \circ 9$ $1 \cdot 32 \pm \circ \circ 9$ $1 \cdot 39 \pm \circ \circ 9$ 2491 αCMa A1 V $\circ 91 \pm \circ \circ 6$ $\circ 77 \pm \circ \circ 4$ $3 \cdot 6 \pm \circ \circ 3$ 2693 δCMa **B2 II $\circ 89 \pm \circ \circ 6$ $\circ 77 \pm \circ \circ 5$ $\circ 80 \pm \circ \circ 5$ 2693 δCMa **F8 Ia $\circ 93 \pm \circ 18$ $3 \cdot 29 \pm \circ 46$ $3 \cdot 6 \pm \circ \circ 3$ 2247 γCMa $B5 Ia$ $\circ 99 \pm \circ \circ 9$ $\circ 72 \pm \circ \circ 6$ $\circ 75 \pm \circ \circ 6$ 2693 δCMa **F8 Ia $\circ 93 \pm \circ 16$ $5 \cdot 16 \pm \circ 16$ $5 \cdot 5 \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζPup $\uparrow 05 f$ $1 \cdot 04 \pm \circ \circ 8$ $\circ 41 \pm \circ \circ 3$ $\circ 42 \pm \circ \circ 3$ 3207 $\gamma^2 Vel$ $\S WC8 + $	I	2	3	4	5	6
B.S.NameMK(normalized)of arc)of arc) 472 α Eri $\ddagger B_3$ Vp $\circ 98 \pm \circ \circ 5$ $1 \cdot 85 \pm \circ \circ 7$ $1 \cdot 92 \pm \circ \cdot 77$ 1713 β Ori $\ddagger B8$ Ia $\circ 98 \pm \circ \cdot 68$ $2 \cdot 43 \pm \circ \cdot 55$ $2 \cdot 55 \pm \circ \cdot 55$ 1790 γ Ori $\ddagger B2$ III $1 \cdot \circ 3 \pm \circ \cdot 77$ $\circ \cdot 70 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot \circ 44$ 1903 ϵ Ori $\dagger Bo$ Ia $\circ \cdot 86 \pm \circ \cdot \circ 7$ $\circ \cdot 67 \pm \circ \cdot \circ 4$ $\circ \cdot 69 \pm \circ \cdot \circ 44$ 2004 κ Ori $\dagger Bo \cdot 5$ Ia $1 \cdot 18 \pm \circ \circ 90$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot \circ 3$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot \circ 3$ 2294 β CMa $*B1$ II-III $1 \cdot \circ 7 \pm \circ \cdot 08$ $\circ \cdot 50 \pm \circ \circ 3$ $\circ \cdot 25 \pm \circ \cdot \circ 3$ 2236 α CarFo Ib-II $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm \circ \cdot 7$ $6 \cdot 6 \pm \circ \cdot 8$ 2421 γ Gem $*Ao$ IV $1 \cdot 17 \pm \circ \circ 90$ $1 \cdot 32 \pm \circ \circ 9$ $1 \cdot 39 \pm \circ \cdot \circ 9$ 2491 α CMaA1 V $\circ \cdot 91 \pm \circ \circ 6$ $5 \cdot 60 \pm \circ \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm \circ \cdot 16$ 2603 δ CMa $*B1$ II $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 16$ $3 \cdot 29 \pm \circ 46$ $3 \cdot 60 \pm \circ \cdot 50$ 2827 γ CMa $\uparrow B5$ Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 16$ $3 \cdot 29 \pm \circ 46$ $3 \cdot 60 \pm \circ \cdot 50$ 2827 γ CMa $\uparrow B5$ Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 16$ $3 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm \circ \cdot 17$ 365 β CarA1 IV $1 \cdot 10 \pm \circ \cdot 26$ $\circ \cdot 14 \pm \circ \cdot 03$ $4 \pm 2 \cdot \circ \cdot 3$ 3207 $\gamma^2 Vel$ $\frac{5WC8}{4} O \circ 1$ $- \circ \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ $1 \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ 3207 $\gamma^2 Vel$ $\frac{5WC8}{4} O \circ 1$					$\overline{ heta}_{\mathrm{UD}}\pm\sigma$	$ heta_{ m LD}\pm\sigma$
472 α Eri $\ddagger B_3$ Vp $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 05$ $1 \cdot 85 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 92 \pm \circ \cdot 07$ 1713 β Ori $\ddagger B8$ Ia $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 08$ $2 \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ $2 \cdot 55 \pm \circ \cdot 05$ 1790 γ Ori $† B2$ III $1 \cdot \circ 3 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 70 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 04$ 1903 ϵ Ori $† Bo$ Ia $\circ \cdot 86 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 67 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 69 \pm \circ \cdot 04$ 1904 ζ Ori $† Bo \cdot 5$ Ia $1 \cdot 18 \pm \circ \cdot 09$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot 04$ 2004 κ Ori $† Bo \cdot 5$ Ia $1 \cdot 18 \pm \circ \cdot 09$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot 03$ 2294 β CMa $*Bi$ II-III $1 \cdot \circ 7 \pm \circ \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm \circ \cdot 7$ $6 \cdot 6 \pm \circ \cdot 03$ 2326 α CarFo Ib-II $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm \circ \cdot 7$ $6 \cdot 6 \pm \circ \cdot 03$ 2421 γ Gem $**Ao$ IV $1 \cdot 17 \pm \circ \cdot 09$ $1 \cdot \cdot 22 + \circ \circ 03$ $1 \cdot \cdot 39 \pm \circ \cdot \circ 3$ 2491 α CMaAt V $\circ \cdot 91 \pm \circ \cdot \circ 6$ $5 \cdot 6 \circ \pm \circ \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm \circ \cdot 16$ 2603 δ CMa $**F8$ Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm \circ \cdot 46$ $3 \cdot 6 \circ \pm \circ \cdot 52$ 2693 δ CMa $**F8$ Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 5 \circ \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\dagger O5$ f $1 \cdot \circ 4 \pm \circ \cdot 86$ $\circ \cdot 41 \pm \circ \circ 3$ $\circ \cdot 42 \pm \circ \circ 3$ 3207 γ^2 Vel \S WC8 + O9 I $- \circ \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ $1 \cdot 43 \pm \circ \cdot 5$ 3685 β CarA I IV $1 \cdot 01 \pm \circ \cdot 66$ $1 \cdot 51 \pm \circ \circ 7$ $1 \cdot 59 \pm \circ \cdot 07$ 3882 α Leo $**B$,	
1713 β Ori \dagger B8 Ia $\circ \cdot g8 \pm \circ \cdot o8$ $2 \cdot 43 \pm \circ \cdot o5$ $2 \cdot 55 \pm \circ \cdot o5$ 1790 γ Ori \dagger B2 III $1 \cdot o3 \pm \circ \cdot o7$ $\circ \cdot 70 \pm \circ \cdot o4$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot o4$ 1903 ϵ Ori \dagger Bo Ia $\circ \cdot 86 \pm \circ \cdot o7$ $\circ \cdot 67 \pm \circ \cdot o4$ $\circ \cdot 69 \pm \circ \cdot o4$ 1904 ζ Ori $\star * O_{75}$ Ib $\circ \cdot 60 \pm \circ \cdot o6$ $\circ \cdot 47 \pm \circ \cdot o4$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot o4$ 2004 κ Ori \dagger Bo Ta $1 \cdot 18 \pm \circ \cdot o9$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot o3$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot o3$ 2204 β CMa \star BT II-III $1 \cdot o7 \pm \circ \cdot o2$ $6 \cdot 1 \pm \circ \cdot 7$ $6 \cdot 6 \pm \circ \cdot o3$ 2326 α CarFo Ib-II $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm \circ \cdot 7$ $6 \cdot 6 \pm \circ \cdot e3$ 2421 γ Gem $\star \star A$ O IV $1 \cdot 17 \pm \circ \cdot o9$ $1 \cdot 33 \pm \circ \cdot 03$ $1 \cdot 33 \pm \circ \cdot 03$ 2491 α CMaAr V $\circ \cdot 91 \pm \circ \cdot o6$ $5 \cdot 60 \pm \circ \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm \circ \cdot 16$ 2618 ϵ CMa $\star \star B2$ II $\circ \cdot 89 \pm \circ \cdot o6$ $\circ \cdot 77 \pm \circ \cdot o5$ $\circ \cdot 80 \pm \circ \cdot 52$ 2693 δ CMa $\star \star F8$ Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm \circ \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm \circ \cdot 52$ 2827 γ CMa $\dagger B5$ Ia $\circ \cdot 99 \pm \circ \circ 03$ $\circ \cdot 41 \pm \circ \cdot \circ 3$ $\circ \cdot 41 \pm \circ \cdot \circ 3$ 2043 α CMiF5 IV-V $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 55 \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\dagger 05$ f $1 \cdot \circ 1 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm \circ \circ 7$ $1 \cdot 59 \pm \circ \circ 3$ 3267 γ^2 Vel \S WC8 + 09 I $- \circ \cdot 43 \pm \circ \cdot \circ 5$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot \circ 3$ 3685 β CarAr IV<	B.S.	Name	MK	(normalized)	of arc)	of arc)
1790 γ Ori \dagger B2 III $1 \cdot o_3 \pm o \cdot o_7$ $o \cdot 70 \pm o \cdot o_4$ $o \cdot 72 \pm o \cdot o_4$ 1903 ϵ Ori \dagger Bo Ia $o \cdot 86 \pm o \cdot o_7$ $o \cdot 67 \pm o \cdot o_4$ $o \cdot 69 \pm o \cdot o_4$ 1948 ζ Ori**Og: 5 Ib $o \cdot 60 \pm o \cdot o_6$ $o \cdot 47 \pm o \cdot o_4$ $o \cdot 48 \pm o \cdot o_4$ 2004 κ Ori \dagger Bo: 5 Ia $1 \cdot 18 \pm o \cdot o_9$ $o \cdot 44 \pm o \cdot o_3$ $o \cdot 48 \pm o \cdot o_4$ 2004 κ Ori \dagger Bo: 5 Ia $1 \cdot 18 \pm o \cdot o_9$ $o \cdot 44 \pm o \cdot o_3$ $o \cdot 48 \pm o \cdot o_4$ 2004 κ Ori \dagger Bo: 5 Ia $1 \cdot 18 \pm o \cdot o_9$ $o \cdot 44 \pm o \cdot o_3$ $o \cdot 45 \pm o \cdot o_3$ 2294 β CMa*Bt II-III $1 \cdot o_7 \pm o \cdot o_8$ $o \cdot 50 \pm o \cdot o_3$ $o \cdot 52 \pm o \cdot o_3$ 2326 α CarFo Ib-II $o \cdot 75 \pm o \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm o \cdot 7$ $6 \cdot 6 + 6 \cdot 8$ 2421 γ Gem**Ao IV $1 \cdot 17 \pm o \cdot o_9$ $1 \cdot 32 \pm o \cdot o_1$ $1 \cdot 39 \pm o \cdot o_9$ 2491 α CMaAt V $o \cdot 91 \pm o \cdot o_6$ $5 \cdot 60 \pm o \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm o \cdot 10$ 2618 ϵ CMa**B II $o \cdot 89 \pm o \cdot o_6$ $o \cdot 77 \pm o \cdot o_5$ $o \cdot 80 \pm o \cdot o_5$ 2693 δ CMa**F8 Ia $o \cdot 99 \pm o \cdot o_9$ $o \cdot 72 \pm o \cdot o_6$ $o \cdot 75 \pm o \cdot o_5$ 2827 η CMa \dagger B5 Ia $o \cdot 99 \pm o \cdot o_9$ $o \cdot 72 \pm o \cdot o_6$ $o \cdot 75 \pm o \cdot o_5$ 2843 α CMiF5 IV-V $o \cdot 98 \pm o \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm o \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm o \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\dagger 05$ f $1 \cdot o \pm 16$ $0 \cdot 14 \pm o \cdot o_3$ $o \cdot 44 \pm 0 \cdot o_3$	472	α Eri	‡B3 Vp	0·98±0·05	1.85 ± 0.02	e
1903 ϵ Ori \dagger Bo Ia $0 \cdot 86 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 67 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 69 \pm 0 \cdot 04$ 1948 ζ Ori $\star 00^{\circ}5$ Ib $0 \cdot 60 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 04$ 2004 κ Ori \dagger Bo 5 Ia $1 \cdot 18 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 04$ 2004 κ Ori \dagger Bo 5 Ia $1 \cdot 18 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 04$ 2004 κ Ori \dagger Bo 5 Ia $1 \cdot 18 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 04$ 2004 κ Ori \dagger Bo 5 Ia $1 \cdot 18 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 04$ 2004 κ CMa \star Bo 1V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 52 \pm 0 \cdot 03$ 2326 α CMaA I V $0 \cdot 91 \pm 0 \cdot 06$ $5 \cdot 60 \pm 0 \cdot 15$ $58 \pm 0 \cdot 06$ 2421 γ Gem $\star \star Ao$ IV $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 39 \pm 0 \cdot 09$ 2491 α CMaA I V $0 \cdot 91 \pm 0 \cdot 06$ $5 \cdot 60 \pm 0 \cdot 15$ $58 \pm 0 \cdot 05$ 2693 δ CMa $\star F8$ Ia $0 \cdot 93 \pm 0 \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm 0 \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm 0 \cdot 50$ 2827 γ CMa $\dagger B5$ Ia $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 66$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $0 \cdot 98 \pm 0 \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm 0 \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm 0 \cdot 17$ 3165 ζ Pup $+05$ f $1 \cdot 04 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 41 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 42 \pm 0 \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel \S WC8 + O9 I $0 \cdot 43 \pm 0 \cdot 05$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ 3685 β CarA1 IV 1	1713	βOri				
1948 ζ Ori**Oq·5 Ib $\circ \cdot 60 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 47 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot 04$ 2004 κ Ori $\dagger Bo \cdot 5 Ia$ $1 \cdot 18 \pm \circ \cdot 09$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot 03$ 2294 β CMa*B1 II-III $1 \cdot 07 \pm \circ \cdot 08$ $\circ \cdot 50 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 52 \pm \circ \cdot 03$ 2326 α CarFo Ib-II $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm \circ \cdot 7$ $6 \cdot 6 \cdot 6 \pm \circ \cdot 8$ 2421 γ Gem**Ao IV $1 \cdot 17 \pm \circ \cdot 09$ $1 \cdot 32 \pm \circ \cdot 09$ $1 \cdot 39 \pm \circ \cdot 09$ 2491 α CMaA I V $\circ \cdot 91 \pm \circ \cdot 06$ $5 \cdot 60 \pm \circ \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm \circ \cdot 16$ 2693 δ CMa**B2 II $\circ \cdot 89 \pm \circ \cdot 06$ $5 \cdot 60 \pm \circ \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm \circ \cdot 15$ 2693 δ CMa**F8 Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm \circ \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm \circ \cdot 50$ 2827 γ CMa $\dagger B5$ Ia $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot 09$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\dagger O5$ f $1 \cdot 04 \pm \circ \cdot 08$ $\circ \cdot 41 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 42 \pm \circ \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel $\S WC8 + O9$ I $- \circ \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ $0 \cdot 44 \pm \circ \cdot 05$ 3685 β CarA I IV $1 \cdot \circ 1 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm \circ \cdot 07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 22 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm \circ 10$ $1 \cdot 25 \pm \circ \circ 09$ $1 \cdot 33 \pm \circ \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $\circ \cdot 97 \pm \circ$	1790	γ Ori				
2004 κ Ori $+Bo \cdot 5 Ia$ $1 \cdot 18 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 45 \pm 0 \cdot 03$ 2294 β CMa $*Br$ II-III $1 \cdot 07 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 52 \pm 0 \cdot 03$ 2326 α CarFo Ib-II $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm 0 \cdot 7$ $6 \cdot 6 \pm 0 \cdot 8$ 2421 γ Gem $**Ao$ IV $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 39 \pm 0 \cdot 09$ 2491 α CMaA1 V $0 \cdot 91 \pm 0 \cdot 06$ $5 \cdot 60 \pm 0 \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm 0 \cdot 16$ 2618 ϵ CMa $**B2$ II $0 \cdot 89 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 77 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 80 \pm 0 \cdot 05$ 2603 δ CMa $**F8$ Ia $0 \cdot 93 \pm 0 \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm 0 \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm 0 \cdot 50$ 2827 γ CMa $+B5$ Ia $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $0 \cdot 98 \pm 0 \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm 0 \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm 0 \cdot 17$ 3165 ζ Pup $+O5$ f $1 \cdot 04 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 41 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 42 \pm 0 \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel $\S WC8 + O9$ I $-0 \cdot 43 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 05$ 3685 β CarA I IV $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 07$ 3982 α Leo $**A3$ V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ 4534 β Leo $**A3$ V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 02$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 023$ 5056 α Vir $*B$ III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 45 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 46 \pm 0 \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $+Br$ III $1 \cdot$	1903					
2294 β CMa*Bi II-III $1 \cdot 07 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 52 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 52 \pm 0 \cdot 03$ 2326 α CarFo Ib-II $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 22$ $6 \cdot 1 \pm 0 \cdot 7$ $6 \cdot 6 \cdot 6 \pm 0 \cdot 8$ 2421 γ Gem**Ao IV $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 39 \pm 0 \cdot 09$ 2401 α CMaAi V $0 \cdot 91 \pm 0 \cdot 06$ $5 \cdot 60 \pm 0 \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm 0 \cdot 16$ 2618 ϵ CMa**B2 II $0 \cdot 89 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 77 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 80 \pm 0 \cdot 05$ 2693 δ CMa**F8 Ia $0 \cdot 93 \pm 0 \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm 0 \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm 0 \cdot 50$ 2827 γ CMa†B5 Ia $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $0 \cdot 98 \pm 0 \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm 0 \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm 0 \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\uparrow 05$ f $1 \cdot 04 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 41 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 42 \pm 0 \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel $\S WC8 + 09$ I $ 0 \cdot 43 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 05$ 3685 β CarAi IV $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm 0 \cdot 07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 023$ 3056 α Vir*Bi III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 10$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 023$ 3056 α Vir*Bi IV $ 0 \cdot 85 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 87 \pm 0 \cdot 04$ 4662 γ CrvB8 III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 07$ <	1948					
2326 α CarFo Ib-II 0.75 ± 0.22 $6 \cdot 1 \pm 0.7$ $6 \cdot 6 \pm 0.8$ 2421 γ Gem**Ao IV 1.17 ± 0.09 1.32 ± 0.09 1.39 ± 0.09 2491 α CMaAI V 0.91 ± 0.06 $5 \cdot 60 \pm 0.15$ $5 \cdot 89 \pm 0.16$ 2618 ϵ CMa**B2 II 0.89 ± 0.06 0.77 ± 0.05 0.80 ± 0.05 2693 δ CMa**F8 Ia 0.93 ± 0.18 3.29 ± 0.46 $3 \cdot 60 \pm 0.55$ 2827 η CMa $\dagger B5$ Ia 0.99 ± 0.09 0.72 ± 0.06 0.75 ± 0.02 2943 α CMiF5 IV-V 0.98 ± 0.10 $5 \cdot 10 \pm 0.16$ $5 \cdot 50 \pm 0.17$ 3165 ζ Pup $\dagger O5$ f $1 \cdot 04 \pm 0.08$ 0.41 ± 0.03 0.42 ± 0.03 3207 γ^2 Vel $\S WC8 + O9$ I $$ 0.43 ± 0.05 0.44 ± 0.05 3685 β CarAI IV $1 \cdot 01 \pm 0.06$ $1 \cdot 51 \pm 0.07$ $1 \cdot 59 \pm 0.07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm 0.07$ $1 \cdot 32 \pm 0.06$ $1 \cdot 37 \pm 0.06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm 0.10$ $1 \cdot 25 \pm 0.09$ $1 \cdot 33 \pm 0.10$ 4662 γ CrvB8 III 0.97 ± 0.10 0.72 ± 0.022 0.722 ± 0.023 5056 α Vir*B1 IV $$ 0.85 ± 0.04 0.87 ± 0.04 4533 β Cru $\pm B0.5$ III 0.88 ± 0.03 0.702 ± 0.022 0.722 ± 0.023 5053 δ Sco $\pm B0.5$ IV 0.75 ± 0.07 0.45 ± 0.04 0.48 ± 0.03 5953 δ Sco $\pm B0.5$ IV 0.75 ± 0.07 <t< td=""><td>2004</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></t<>	2004					
2421 γ Gem**Ao IV $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 39 \pm 0 \cdot 09$ 2491 α CMaAI V $0 \cdot 91 \pm 0 \cdot 06$ $5 \cdot 60 \pm 0 \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm 0 \cdot 16$ 2618 ϵ CMa**B2 II $0 \cdot 89 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 77 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 80 \pm 0 \cdot 05$ 2693 δ CMa**F8 Ia $0 \cdot 93 \pm 0 \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm 0 \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm 0 \cdot 50$ 2827 γ CMa $\dagger B5$ Ia $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 09$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $0 \cdot 98 \pm 0 \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm 0 \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm 0 \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\dagger O5$ f $1 \cdot 04 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 41 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 42 \pm 0 \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel§WC8 + O9 I	2294	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			* -	•
2491 α CMaAI V $\circ 91 \pm \circ 06$ $5 \cdot 60 \pm \circ \cdot 15$ $5 \cdot 89 \pm \circ \cdot 16$ 2618 ϵ CMa**B2 II $\circ 89 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 77 \pm \circ \cdot 05$ $\circ \cdot 80 \pm \circ \cdot 05$ 2603 δ CMa**F8 Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm \circ \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm \circ \cdot 59$ 2827 γ CMa $\dagger B5$ Ia $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot 09$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\dagger O5$ f $1 \cdot 04 \pm \circ \cdot 08$ $\circ \cdot 41 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 42 \pm \circ \cdot \circ 3$ 3207 γ^2 Vel $\S WC8 + O9$ I $ \circ \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot 05$ 3685 β CarAI IV $1 \cdot \circ 1 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm \circ \cdot 07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm \circ \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm \circ \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm \circ \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $\circ \cdot 97 \pm \circ \cdot 10$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 04$ 4533 β Cru $\pm B \circ 5$ III $\circ \cdot 88 \pm \circ \circ \cdot 3$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 022$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 III $1 \cdot \circ 2 \pm \circ \circ 7$ $\circ \cdot 43 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot 03$ 5953 δ Sco $\pm B \circ 5$ IV $\circ \cdot 75 \pm \circ \circ 7$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot 04$ 6175 ζ Oph**C90.5 V $1 \cdot \circ 1 \pm \circ \cdot 12$ $\circ \cdot 50 \pm \circ \circ 5$ $\circ \cdot 51 \pm \circ \circ 5$ 6556 α Oph**A5 III <td>2326</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	2326					
2618 ϵ CMa**B2 II 0.89 ± 0.06 0.77 ± 0.05 0.80 ± 0.05 2693 δ CMa**F8 Ia 0.93 ± 0.18 3.29 ± 0.46 3.60 ± 0.50 2827 η CMa $\dagger B5$ Ia 0.99 ± 0.09 0.72 ± 0.06 0.75 ± 0.06 2943 α CMiF5 IV-V 0.98 ± 0.10 5.10 ± 0.16 5.50 ± 0.17 3165 ζ Pup $\dagger 05$ f 1.04 ± 0.08 0.41 ± 0.03 0.42 ± 0.03 3207 γ^2 Vel \S WC8 + O9 I $ 0.43 \pm 0.05$ 0.44 ± 0.05 3685 β CarA I IV 1.01 ± 0.06 1.51 ± 0.07 1.59 ± 0.07 3982 α Leo**B7 V 1.12 ± 0.07 1.32 ± 0.06 1.37 ± 0.06 4534 β Leo**A3 V 1.17 ± 0.10 1.25 ± 0.09 1.33 ± 0.10 4662 γ CrvB8 III 0.97 ± 0.10 0.72 ± 0.06 0.75 ± 0.02 4533 β Cru $\pm B0.5$ III 0.88 ± 0.03 0.702 ± 0.022 0.722 ± 0.023 5056 α Vir*B1 IV $ 0.85 \pm 0.04$ 0.48 ± 0.03 5953 δ Sco $\pm B0.5$ IV 0.75 ± 0.07 0.47 ± 0.03 0.48 ± 0.03 5953 δ Sco $\pm B0.5$ IV 0.75 ± 0.07 0.45 ± 0.04 0.46 ± 0.04 6175 ζ Oph**O9.5 V 1.01 ± 0.12 0.50 ± 0.05 0.51 ± 0.05 6556 α Oph**A5 III 0.94 ± 0.06 1.37 ± 0.06 1.44 ± 0.06 7001 α Lyr $†A0 V$ 0.99 ± 0.04 $3.$	2421			• , •	• •	
2693 δ CMa ** F8 Ia $\circ \cdot 93 \pm \circ \cdot 18$ $3 \cdot 29 \pm \circ \cdot 46$ $3 \cdot 60 \pm \circ \cdot 50$ 2827 η CMa $\dagger B5$ Ia $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot 09$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\dagger 05$ f $1 \cdot 04 \pm \circ \cdot 08$ $\circ \cdot 41 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 42 \pm \circ \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel \S WC8+O9 I $ \circ \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot 05$ 3685 β CarA I IV $1 \cdot 01 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm \circ \cdot 07$ 3982 α Leo **B7 V $1 \cdot 12 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot 06$ 4534 β Leo **A3 V $1 \cdot 17 \pm \circ \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm \circ \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm \circ \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $\circ \cdot 97 \pm \circ \cdot 10$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 022$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 023$ 5056 α Vir $*B1$ IV $ \circ \cdot 85 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 87 \pm \circ \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\ddagger B1$ III $1 \cdot 02 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 47 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot 03$ 5953 δ Sco $\dagger B0 \cdot 5$ IV $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 47 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot 04$ 6175 ζ Oph ** Og \cdot 5V $1 \cdot 01 \pm \circ 12$ $\circ \cdot 50 \pm \circ \cdot 05$ $\circ \cdot 51 \pm \circ \cdot 05$ 6556 α Oph ** A5 III $\circ \cdot 94 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm \circ \cdot 06$ 7001 α Lyr $\dagger Ao$ V $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm \circ \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm \circ \cdot 07$ 7557 α						÷ .
2827 η CMa \dagger B5 Ia $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot 09$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 06$ 2943 α CMiF5 IV-V $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζ Pup \dagger O5 f $1 \cdot 04 \pm \circ \cdot 08$ $\circ \cdot 41 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 42 \pm \circ \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel \S WC8 + O9 I $ \circ \cdot 43 \pm \circ \cdot 05$ $\circ \cdot 44 \pm \circ \cdot 05$ 3685 β CarAI IV $1 \cdot 01 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm \circ \cdot 07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm \circ \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm \circ \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm \circ \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm \circ \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $\circ \cdot 97 \pm \circ \cdot 10$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 04$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm \circ \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm \circ \cdot 022$ $\circ \cdot 722 \pm \circ \cdot 023$ 5056 α Vir*B8 III $\circ \cdot 97 \pm \circ \cdot 10$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 022$ $\circ \cdot 722 \pm \circ \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 IV $ \circ \cdot 85 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 87 \pm \circ \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\ddagger B1$ III $1 \cdot \circ 2 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\ddagger B1$ III $1 \cdot \circ 2 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\ddagger B1$ III $1 \cdot \circ 2 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\ddagger B1$ III $1 \cdot \circ 2 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm \circ \cdot 05$ 5556 α Oph<	2618					-
2943 α CMiF5 IV-V $\circ \cdot 98 \pm \circ \cdot 10$ $5 \cdot 10 \pm \circ \cdot 16$ $5 \cdot 50 \pm \circ \cdot 17$ 3165 ζ Pup $\uparrow 05$ f $1 \cdot 04 \pm 0 \cdot 08$ $\circ \cdot 41 \pm 0 \cdot 03$ $\circ \cdot 42 \pm 0 \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel $\SWC8 + O9$ I $ \circ \cdot 43 \pm 0 \cdot 05$ $\circ \cdot 44 \pm 0 \cdot 05$ 3685 β CarA I IV $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm 0 \cdot 07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm 0 \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 10$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 4853 β Cru $\pm B0 \cdot 5$ III $0 \cdot 88 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 702 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 IV $ 0 \cdot 85 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 87 \pm 0 \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\pm B1$ III $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 03$ 5953 δ Sco $\pm B0 \cdot 5$ IV $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 45 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 46 \pm 0 \cdot 04$ 6175 ζ Oph $**O9 \cdot 5$ V $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 12$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 5$ $0 \cdot 51 \pm 0 \cdot 05$ 6556 α Oph $**A5$ III $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm 0 \cdot 06$ 7001 α Lyr $† A0$ V $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm 0 \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm 0 \cdot 07$ 7557 α AqlA7 IV, V $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$	2693					-
3165 ζ Pup \dagger O5 f $1 \cdot 04 \pm 0 \cdot 08$ $0 \cdot 41 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 42 \pm 0 \cdot 03$ 3207 γ^2 Vel \S WC8+O9 I $ 0 \cdot 43 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 44 \pm 0 \cdot 05$ 3685 β CarAI IV $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm 0 \cdot 07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm 0 \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 10$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 4853 β Cru $\pm B0 \cdot 5$ III $0 \cdot 88 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 702 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 722 \pm 0 \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 IV $ 0 \cdot 85 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 87 \pm 0 \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\pm B1$ III $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 03$ 5953 δ Sco $\dagger B0 \cdot 5$ IV $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 45 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 46 \pm 0 \cdot 04$ 6175 ζ Oph**O9 \cdot 5 V $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 12$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 51 \pm 0 \cdot 05$ 6556 α Oph**A5 III $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm 0 \cdot 06$ 7001 α Lyr $\dagger A0$ V $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$ 7557 α AqlA7 IV, V $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$	2827					
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2943		•		-	
3685 β CarAI IV $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 51 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 59 \pm 0 \cdot 07$ 3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm 0 \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 10$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 4853 β Cru $\pm B0 \cdot 5$ III $0 \cdot 88 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 702 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 722 \pm 0 \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 IV $ 0 \cdot 85 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 87 \pm 0 \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\pm B1$ III $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 03$ 5953 δ Sco $\pm B0 \cdot 5$ IV $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 03$ 5953 δ Sco $\pm B0 \cdot 5$ IV $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 45 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 46 \pm 0 \cdot 04$ 6175 ζ Oph $* \star Og \cdot 5$ V $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 12$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 51 \pm 0 \cdot 05$ 6556 α Oph $* \star A5$ III $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 53 \pm 0 \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm 0 \cdot 13$ 6879 ϵ SgrAo V $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm 0 \cdot 06$ 7001 α Lyr $\pm Ao$ V $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm 0 \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm 0 \cdot 07$ 7557 α AqlA7 IV, V $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$	3165	ζ Pup		1 ·04 ± 0 ·08		
3982 α Leo**B7 V $1 \cdot 12 \pm 0 \cdot 07$ $1 \cdot 32 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ 4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm 0 \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 10$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 4853 β Cru $\pm B0 \cdot 5$ III $0 \cdot 88 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 702 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 722 \pm 0 \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 IV $ 0 \cdot 85 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 87 \pm 0 \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\pm B1$ III $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 03$ 5953 δ Sco $\pm B0 \cdot 5$ IV $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 46 \pm 0 \cdot 04$ 6175 ζ Oph**Og \cdot 5 V $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 12$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 51 \pm 0 \cdot 05$ 6556 α Oph**A5 III $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 53 \pm 0 \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm 0 \cdot 13$ 6879 ϵ SgrAo V $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm 0 \cdot 06$ 7001 α Lyr $\dagger Ao$ V $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm 0 \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm 0 \cdot 07$ 7557 α AqlA7 IV, V $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$	3207	γ^2 Vel				
4534 β Leo**A3 V $1 \cdot 17 \pm 0 \cdot 10$ $1 \cdot 25 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 33 \pm 0 \cdot 10$ 4662 γ CrvB8 III $0 \cdot 97 \pm 0 \cdot 10$ $0 \cdot 72 \pm 0 \cdot 06$ $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 06$ 4853 β Cru $\pm B0 \cdot 5$ III $0 \cdot 88 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 702 \pm 0 \cdot 022$ $0 \cdot 722 \pm 0 \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 IV $ 0 \cdot 85 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 87 \pm 0 \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\pm B1$ III $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 03$ 5953 δ Sco $\pm B0 \cdot 5$ IV $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 45 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 46 \pm 0 \cdot 04$ 6175 ζ Oph $* \cdot O9 \cdot 5$ V $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 12$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 51 \pm 0 \cdot 05$ 6556 α Oph $* * A5$ III $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 53 \pm 0 \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm 0 \cdot 13$ 6879 ϵ SgrAo V $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm 0 \cdot 06$ 7001 α Lyr $\pm Ao$ V $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm 0 \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm 0 \cdot 07$ 7557 α AqlA7 IV, V $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$	3685	β Car			-	
4662 γ CrvB8 III $\circ \cdot 97 \pm \circ \cdot 10$ $\circ \cdot 72 \pm \circ \cdot 06$ $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 06$ 4853 β Cru $\pm Bo \cdot 5$ III $\circ \cdot 88 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 702 \pm \circ \cdot 022$ $\circ \cdot 722 \pm \circ \cdot 023$ 5056 α Vir*B1 IV $ \circ \cdot 85 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 87 \pm \circ \cdot 04$ 5132 ϵ Cen $\pm B1$ III $1 \cdot 02 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 47 \pm \circ \cdot 03$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot 03$ 5953 δ Sco $\pm B0 \cdot 5$ IV $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot 07$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot 04$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot 04$ 6175 ζ Oph**Og \cdot 5 V $1 \cdot 01 \pm \circ \cdot 12$ $\circ \cdot 50 \pm \circ \cdot 05$ $\circ \cdot 51 \pm \circ \cdot 05$ 6556 α Oph**A5 III $\circ \cdot 94 \pm \circ \cdot 09$ $1 \cdot 53 \pm \circ \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm \circ \cdot 13$ 6879 ϵ SgrAo V $1 \cdot 02 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm \circ \cdot 06$ 7001 α Lyr $\pm Ao$ V $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm \circ \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm \circ \cdot 07$ 7557 α AqlA7 IV, V $\circ \cdot 94 \pm \circ \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm \circ \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm \circ \cdot 14$	3982	α Leo			-	
4853 β Cru \pm Bo·5 III $\circ \cdot 88 \pm \circ \cdot \circ 3$ $\circ \cdot 702 \pm \circ \cdot 022$ $\circ \cdot 722 \pm \circ \cdot 023$ 5056 α Vir*BI IV $\circ \cdot 85 \pm \circ \cdot \circ 4$ $\circ \cdot 87 \pm \circ \cdot \circ 4$ 5132 ϵ Cen \pm BI III $1 \cdot 02 \pm \circ \cdot \circ 7$ $\circ \cdot 47 \pm \circ \cdot \circ 3$ $\circ \cdot 48 \pm \circ \cdot \circ 3$ 5953 δ Sco \pm Bo·5 IV $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot \circ 7$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot \circ 4$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot \circ 4$ 6175 ζ Oph**Og·5 V $1 \cdot \circ 1 \pm \circ \cdot 12$ $\circ \cdot 50 \pm \circ \cdot \circ 5$ $\circ \cdot 51 \pm \circ \cdot \circ 5$ 6556 α Oph**A5 III $\circ \cdot 94 \pm \circ \cdot \circ 9$ $1 \cdot 53 \pm \circ \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm \circ \cdot 13$ 6879 ϵ SgrAo V $1 \cdot o2 \pm \circ \cdot o6$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot o6$ $1 \cdot 44 \pm \circ \cdot o6$ 7001 α Lyr \pm Ao V $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm \circ \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm \circ \cdot 07$ 7557 α AqlA7 IV, V $\circ \cdot 94 \pm \circ \cdot o6$ $2 \cdot 78 \pm \circ \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm \circ \cdot 14$	4534	β Leo	•	•	• ·	
5056 α Vir*BI IV $ 0.85 \pm 0.04$ 0.87 ± 0.04 5132 ϵ Cen $\ddagger BI$ III 1.02 ± 0.07 0.47 ± 0.03 0.48 ± 0.03 5953 δ Sco $\dagger B0.5$ IV 0.75 ± 0.07 0.45 ± 0.04 0.46 ± 0.04 6175 ζ Oph**O9.5 V 1.01 ± 0.12 0.50 ± 0.05 0.51 ± 0.05 6556 α Oph**A5 III 0.94 ± 0.09 1.53 ± 0.12 1.63 ± 0.13 6879 ϵ SgrA0 V 1.02 ± 0.06 1.37 ± 0.06 1.44 ± 0.06 7001 α Lyr $†A0$ V 0.99 ± 0.04 3.08 ± 0.07 3.24 ± 0.07 7557 α AqlA7 IV, V 0.94 ± 0.06 2.78 ± 0.13 2.98 ± 0.14	4662	$\gamma \operatorname{Crv}$				
5132 ϵ Cen \pm BI III $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 47 \pm 0 \cdot 03$ $0 \cdot 48 \pm 0 \cdot 03$ 5953 δ Sco \pm Bo $\cdot 5$ IV $0 \cdot 75 \pm 0 \cdot 07$ $0 \cdot 45 \pm 0 \cdot 04$ $0 \cdot 46 \pm 0 \cdot 04$ 6175 ζ Oph $**Og \cdot 5$ V $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 12$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 51 \pm 0 \cdot 05$ 6556 α Oph $**A5$ III $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 53 \pm 0 \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm 0 \cdot 13$ 6879 ϵ SgrAo V $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm 0 \cdot 06$ 7001 α Lyr \pm Ao V $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm 0 \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm 0 \cdot 07$ 7557 α AqlA7 IV, V $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$	4853			0.88 ± 0.03	•	•
5953 δ Sco \dagger Bo·5 IV $\circ \cdot 75 \pm \circ \cdot \circ 7$ $\circ \cdot 45 \pm \circ \cdot \circ 4$ $\circ \cdot 46 \pm \circ \cdot \circ 4$ 6175 ζ Oph**O9·5 V $1 \cdot \circ 1 \pm \circ \cdot 12$ $\circ \cdot 50 \pm \circ \cdot \circ 5$ $\circ \cdot 51 \pm \circ \cdot \circ 5$ 6556 α Oph**A5 III $\circ \cdot 94 \pm \circ \cdot \circ 9$ $1 \cdot 53 \pm \circ \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm \circ \cdot 13$ 6879 ϵ SgrAo V $1 \cdot o2 \pm \circ \cdot o6$ $1 \cdot 37 \pm \circ \cdot o6$ $1 \cdot 44 \pm \circ \cdot o6$ 7001 α Lyr \dagger Ao V $\circ \cdot 99 \pm \circ \cdot \circ 4$ $3 \cdot 08 \pm \circ \cdot \circ 7$ $3 \cdot 24 \pm \circ \cdot \circ 7$ 7557 α AqlA7 IV, V $\circ \cdot 94 \pm \circ \cdot o6$ $2 \cdot 78 \pm \circ \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm \circ \cdot 14$	5056					
6175 $\zeta \text{ Oph}$ $** \text{Og} \cdot 5 \text{ V}$ $1 \cdot 01 \pm 0 \cdot 12$ $0 \cdot 50 \pm 0 \cdot 05$ $0 \cdot 51 \pm 0 \cdot 05$ 6556 $\alpha \text{ Oph}$ $** \text{A5 III}$ $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 09$ $1 \cdot 53 \pm 0 \cdot 12$ $1 \cdot 63 \pm 0 \cdot 13$ 6879 $\epsilon \text{ Sgr}$ $Ao \text{ V}$ $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 37 \pm 0 \cdot 06$ $1 \cdot 44 \pm 0 \cdot 06$ 7001 $\alpha \text{ Lyr}$ $\dagger Ao \text{ V}$ $0 \cdot 99 \pm 0 \cdot 04$ $3 \cdot 08 \pm 0 \cdot 07$ $3 \cdot 24 \pm 0 \cdot 07$ 7557 $\alpha \text{ Aql}$ $A7 \text{ IV}, \text{ V}$ $0 \cdot 94 \pm 0 \cdot 06$ $2 \cdot 78 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 98 \pm 0 \cdot 14$	5132					
6556 α Oph**A5 III 0.94 ± 0.09 1.53 ± 0.12 1.63 ± 0.13 6879 ϵ SgrA0 V 1.02 ± 0.06 1.37 ± 0.06 1.44 ± 0.06 7001 α Lyr $†A0$ V 0.99 ± 0.04 3.08 ± 0.07 3.24 ± 0.07 7557 α AqlA7 IV, V 0.94 ± 0.06 2.78 ± 0.13 2.98 ± 0.14	5953					
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	6175	ζ Oph				-
7001 α Lyr $†$ Ao V 0.99 ± 0.04 3.08 ± 0.07 3.24 ± 0.07 7557 α AqlA7 IV, V 0.94 ± 0.06 2.78 ± 0.13 2.98 ± 0.14		-			••	• -
7557 α Aql A7 IV, V 0.94±0.06 2.78±0.13 2.98±0.14	6879					
	7001	•				
	7557	-	•		•	
+	7790	α Pav	‡B2.5 V	1.01 ∓ 0.02	0.72 ± 0.02	0.80±0.02
8425 α Gru $\pm B7$ IV $1 \cdot 11 \pm 0.08$ 0.98 ± 0.07 1.02 ± 0.07						
8728 αPsA $\uparrow A_3 V$ $1 \cdot 02 \pm 0 \cdot 08$ $1 \cdot 98 \pm 0 \cdot 13$ $2 \cdot 10 \pm 0 \cdot 14$	8728	α PsA	†A3 V	1 · 02 ± 0 · 08	1.08 + 0.13	2·10±0·14



 Started with: 10 O stars, 189 B stars ~0 to 5 mag In or near galactic plane

Narrowed down to: 10 O stars, 67 B stars
 Use all O stars
 B stars with Hipparcos parallax errors < 10%</p>
 Cluster member
 No Be stars

















Closest O star: zeta Oph (HD 149757) - 140 \pm 14 pc Farthest O star: alpha Cam (HD 30614) - 1900±700 pc

Closest B star: alpha And (HD 358) – 29.8±0.6 pc Farthest B star: gamma Lyr (HD 176437) - 195±19 pc

> 8 B stars within 50 pc 37 B stars within 100 pc **30 B stars > 100 pc**

Expected sizes: 0.2 – 1.4 mas









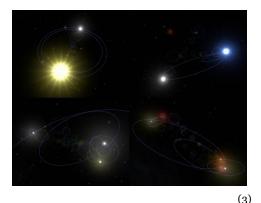


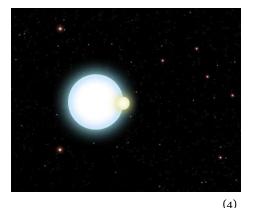


CHARA 2015 Towards Adaptive Optics at CHARA









- Many massive stars are in binary or multiple star systems! (opportunity?)
- Not many stars nearby \rightarrow smaller angular sizes
- Working close to resolution limits of CHARA
- Good calibrators harder to find





- Multiple baseline data important for rotation/shape
- 10 brackets for each star desired
- 83% of sample to be observed with PAVO
- 22% of sample to be observed with CLIMB















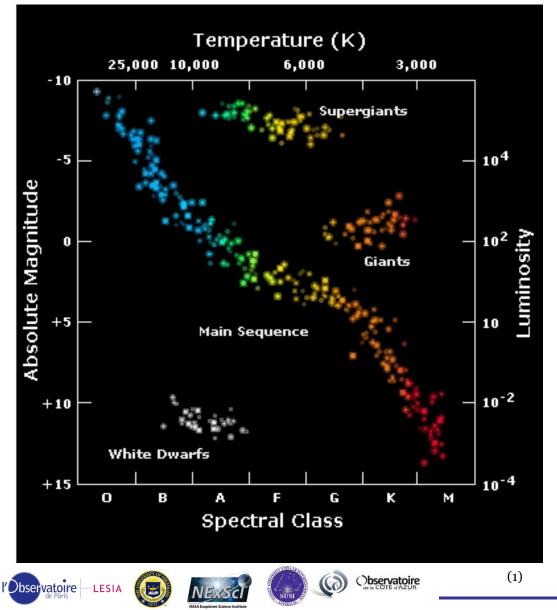
CHARA 2015 Towards Adaptive Optics at CHARA

Our Goals

• Radius, temperature, mass, age

- Model dependent!
 - Color and spectra
 - Large errors in luminosity

GeorgiaStateUnivers





- CHARA 2015 Towards Adaptive Optics at CHARA

Observationally determined properties

Angular size + distance → Radius
 » Interferometry

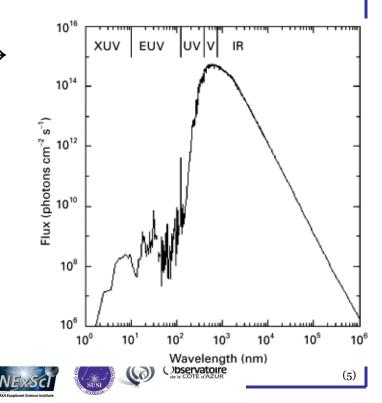
Integrated flux + angular size →
 Effective Temperature
 » Spectrophotometry

$$F_{obs} = \frac{1}{4} \alpha^2 F_{em} \qquad F_{em} = \sigma T_{eff}^4$$









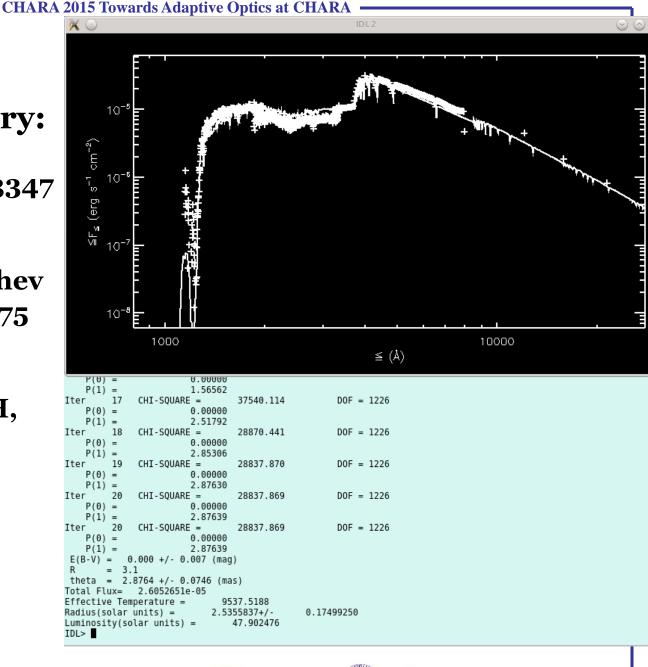


Spectrophotometry:

UV from IUE (1150-3347 Å)

Optical from Burnashev et al., 1985 (3200-8175 Å)

IR from 2MASS (J, H, and K)

















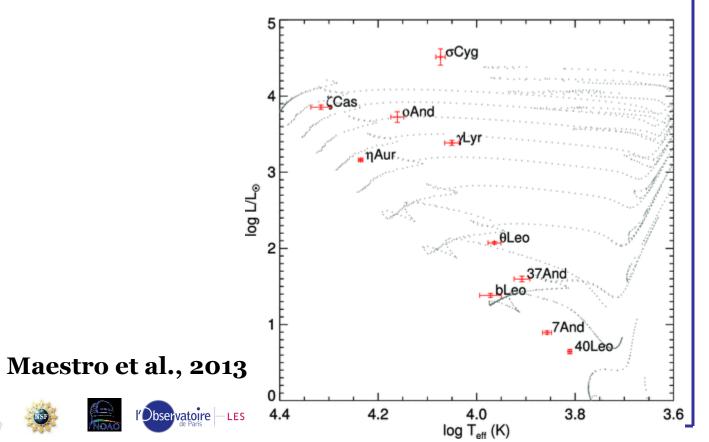
CHARA 2015 Towards Adaptive Optics at CHARA —

Radius + Temperature \rightarrow Luminosity

 $L=4\pi R^2\sigma T^4$

GeorgiaStateUniversity

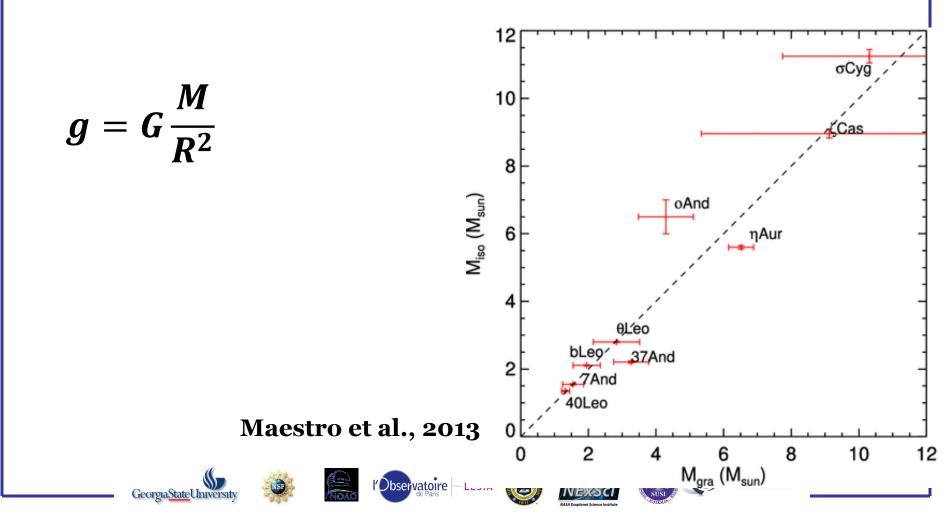
- Plot L and T on HR diagram
- Evolutionary tracks —> mass and age

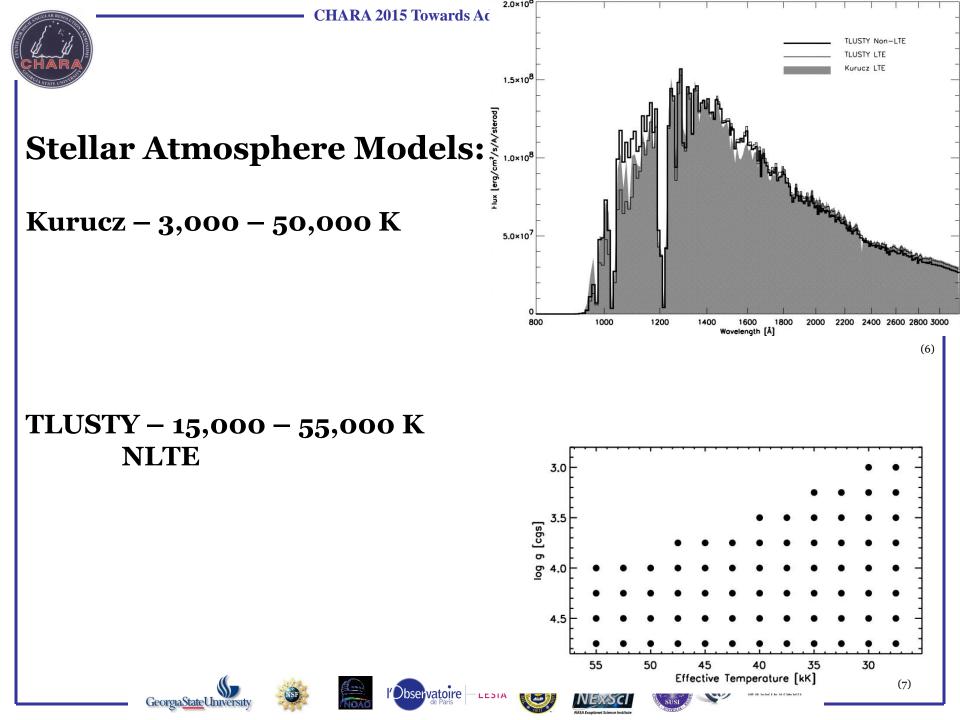


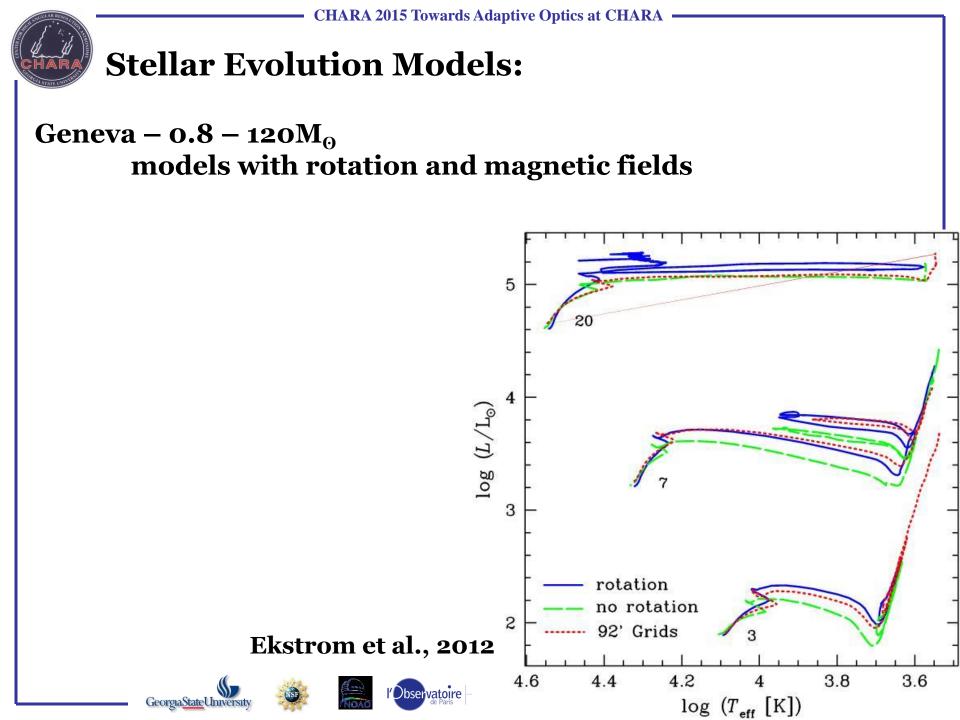


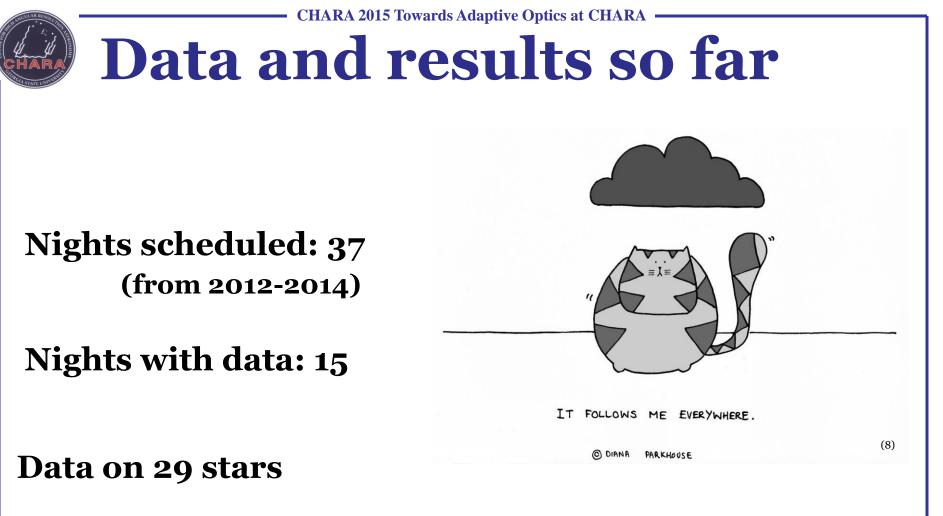
Compare to spectroscopy $\rightarrow T_{eff}$ and log(g)

 $Log(g) + Radius \rightarrow another way to get Mass$









Diameters for 24 stars (2 O stars – alpha Cam and HD 214680)









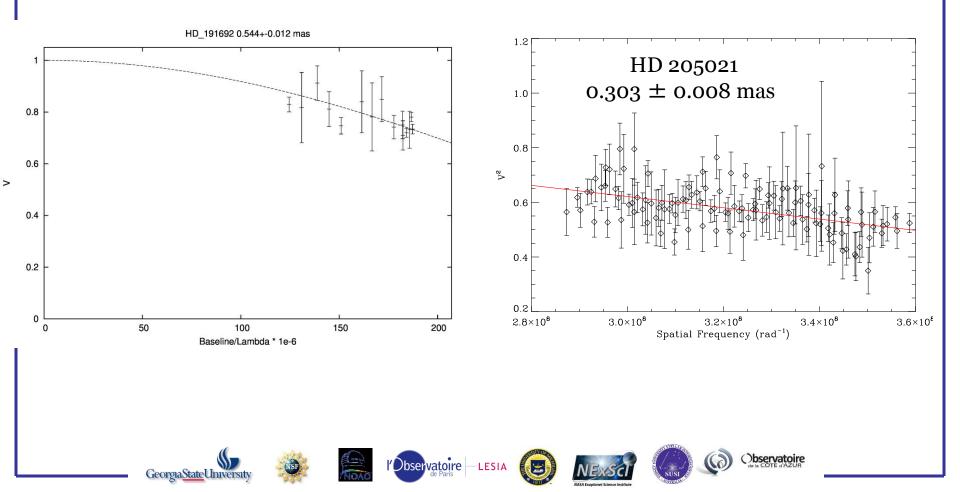


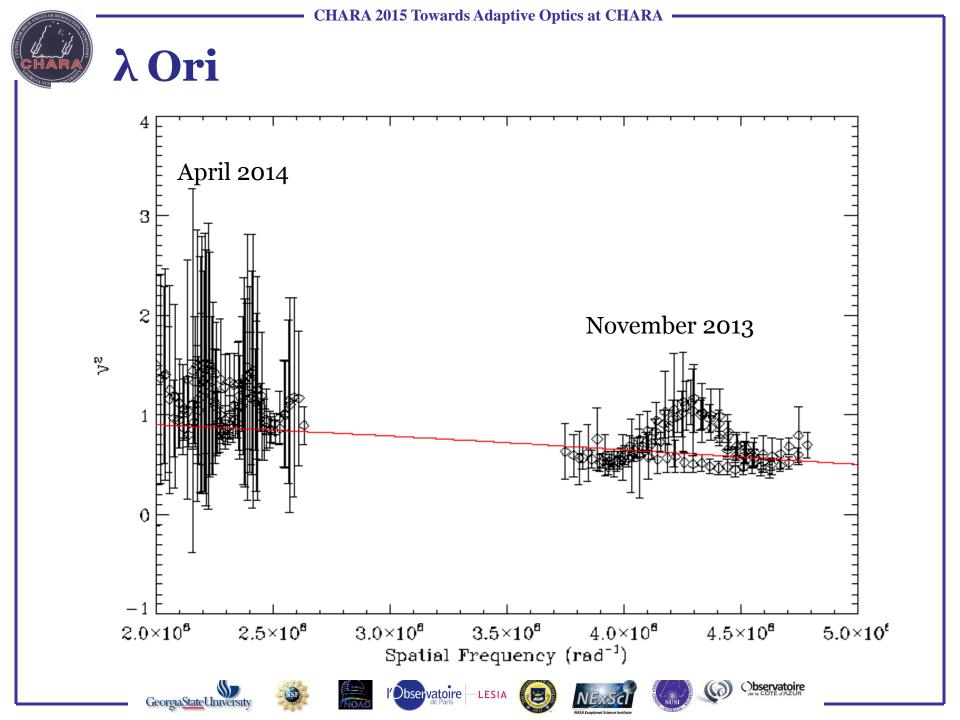




Data fit with standard CLIMB or PAVO pipeline

Use a linear limb darkened fit with limb darkening coefficients taken from Claret et al., 2011

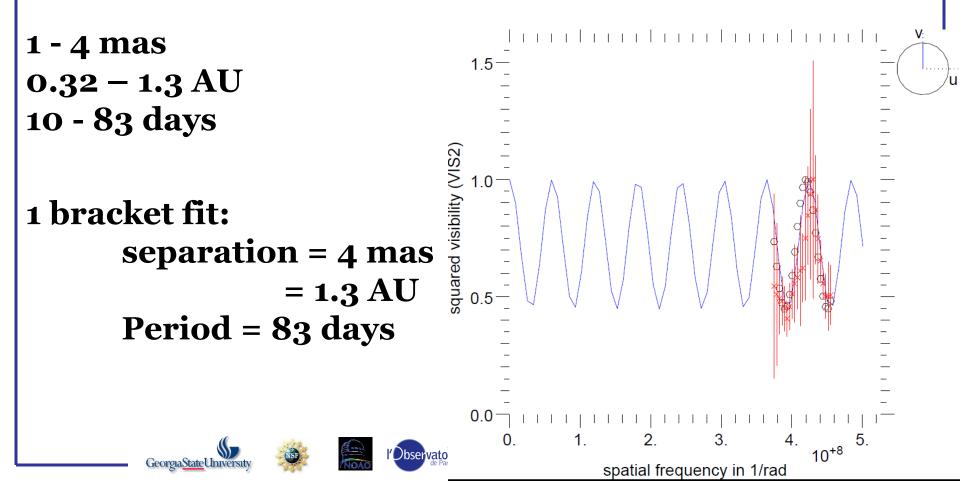


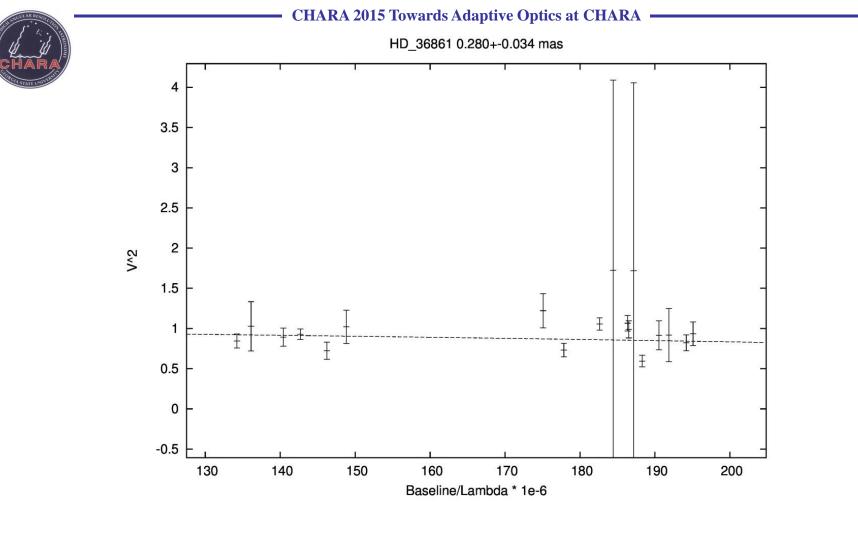




In general: O8III star at 324 pc

assume 23 M_{\odot} and 20 M_{\odot} for companion based on flux ratio of $f_2/f_1{=}0.8$





Need MIRC data?







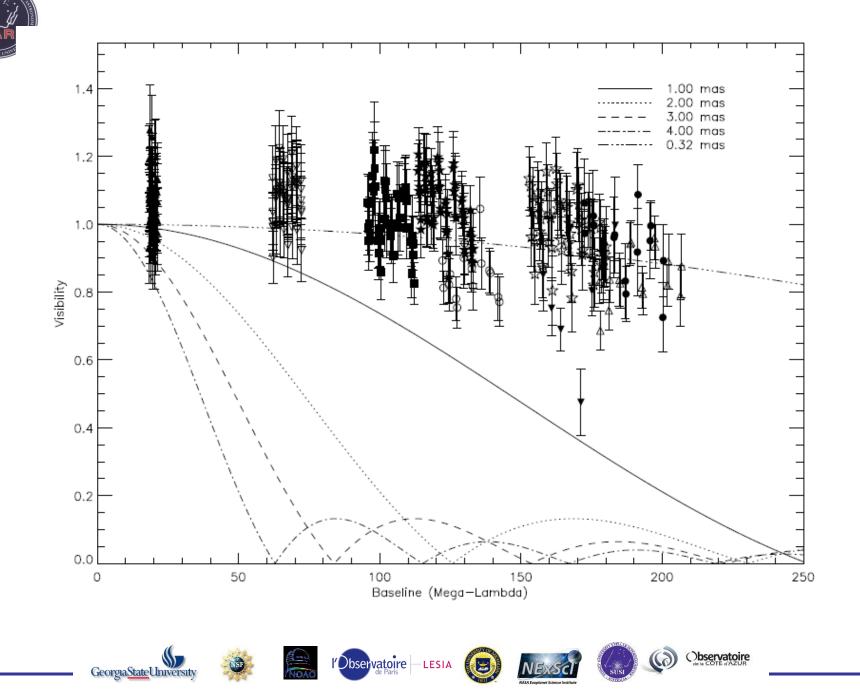


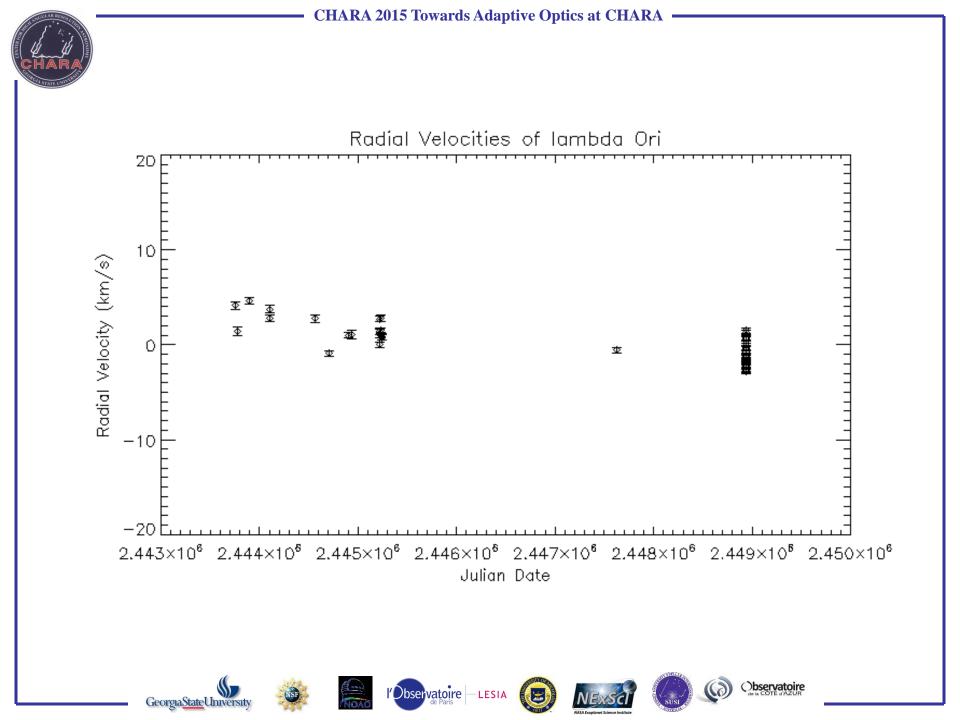














Future work

- More data!
- Reconcile spectrophotometry fitting size differences
- Be able to fit binaries more reliably (SIMTOI)
- Fit data with one routine to help normalize and understand errors
- Place stars on evolutionary tracks and compare with models







Questions?



Picture Credits

- (1) <u>http://sci.esa.int</u>
- (2) <u>http://minsex.blogspot.com/2010/11/binary-star-ogle-lmc-cep0227.html</u>
- (3) http://www.mpl3d.com/solar.htm
- (4) http://www.sciencedaily.com/releases/2010/05/100519092704.htm
- (5) Tobiska, W.K. et al., 2000. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 62, 1233.
- (6) <u>http://iopscience.iop.org/0004-637X/552/1/278/fulltext/52210.fg5.html</u>
- (7) http://nova.astro.umd.edu/
- (8) <u>http://www.thisissadface.com/2011_05_01_archive.html</u>











