Bug report from Dr. Guo

December 18, 2012

1 Using `fullmatch`'s data argument

This document attempts to recreate this issues reported by Dr. Guo with the latest version of `optmatch` (0.8-0). I think the problem is a documentation bug with the new `data` argument to `fullmatch`. This argument is optional, but when omitted, a warning is issued suggesting that the user include it. While this warning message is important, the somewhat ambiguous use of the word "data" might confuse users. Does "data" mean the distance matrix? Does "data" mean a propensity score object? Does "data" mean some sort of data vector or matrix that was used earlier in the process? The correct answer is the last one: a vector or matrix that establishes the proper order of the match vector, but from reviewing the error message and the `fullmatch` documentation, I can understand if users are not crystal clear on the nature of this important distinction.

The rest of this document attempts to mock up (using simulated data), a similar situation in the one reported by Dr. Guo. I show where the confusion over the `data` comes from, along with the proper usage of this argument. There may be other issues at play (and I'd like to get the original data to make sure that there are not multiple problems appearing simultaneously). The new version of `optmatch` certainly has a few outstanding bugs (and I discovered a new one in the process of writing this document), so it is possible that Dr. Guo's issue is not simply a documentation problem.

```
> library(optmatch)
```

Here will mock up some data in the style of (linear) propensity scores:

```
> set.seed(20121218)
> N <- 100
> X <- rnorm(N)
> Z <- rep(c(1,0), each = N/2)
> names(X) <- c(paste("T", 1:(N/2), sep = "."), paste("C", 1:(N/2), sep = "."))
> c(X[1:5], X[(N/2 + 1):(N/2 + 6)])

       T.1        T.2        T.3        T.4        T.5        C.1
 0.86362093  0.64588297  0.25532827 -0.99844199  0.09015015 -0.49596442
```

```
         C.2         C.3         C.4         C.5         C.6
-0.92916171 -0.72465459  0.37861986  2.06783497  0.87281308
```

To make things interesting, lets shake up the order of the data vector. This will be important to illustrate a point later:

```
> rnd.order <- sample(1:N)
> X <- X[rnd.order]
> Z <- Z[rnd.order]
```

Now, we can rank the data and create a matrix. See Section 3 for another way to create this distance matrix:

```
> R <- rank(X)
> D <- abs(outer(R[Z == 1], R[Z == 0], '-'))
> D[1:3, 1:3]

     C.10 C.24 C.13
T.39   10   45   29
T.14   38    3   19
T.43    1   36   20
```

Now, we will perform a simple full match. If the length is zero, the match failed (or if it is all NA values):

```
> fm <- fullmatch(D, min.controls = 1, max.controls = 4)
> stopifnot(length(fm) > 0 & all(!is.na(fm)))
```

If you are reading this, the match worked. However, you might be worried when you see this warning:

```
Warning message:
In fullmatch(D, min.controls = 1, max.controls = 4) :
  Without 'data' argument the order of the match is not guaranteed
    to be the same as your original data.
```

This message does not mean that fullmatch failed (it is not a full error, just a warning). It is to warn the user that the output (our fm object) might be in an order that does not correspond to any previous data vector, matrix, or table. To illustrate, compare the names of the first 5 items in the fm object with the first 10 items in the X object:

```
> fm[1:10]

T.39 T.14 T.43 T.19 T.25  T.7 T.48 T.44 T.11 T.30
1.33  1.6 1.38 1.11 1.18 1.48 1.43 1.39  1.3 1.24

> X[1:10]
```

```
      C.10        T.39        T.14        T.43        T.19        C.24        C.13
-0.2252463 -0.4707736  0.7526047 -0.2932224 -0.1929818  0.6506225  0.2255692
      C.31        C.36        T.25
-0.4760022  1.2832260  0.8433414
```

Notice that the `fm` object is all treated units, while the original data had a random order of treated and control objects. If we tried to use `cbind` to join these two vectors, they would not correspond. This can be an even bigger issue if certain observations get dropped during the distance creation. Then result of fullmatching may have a different length than the original data.

In previous versions of optmatch, users had to manually match up names of the matched object to avoid this issue.

```
> fm.ordered_by_x <- fm[names(X)]
> fm.ordered_by_x[1:10]

C.10 T.39 T.14 T.43 T.19 C.24 C.13 C.31 C.36 T.25
1.11 1.33  1.6 1.38 1.11  1.1 1.12  1.4 1.48 1.18
```

In the latest version, the `data` argument helps with this issue by looking in an existing vector, matrix or `data.frame` to get the proper order (including any observations that got dropped in the process, say when fitting a `glm` object).

```
> fm.with_data <- fullmatch(D, min.controls = 1, max.controls = 4, data = X)
> fm.with_data[1:10]

C.10 T.39 T.14 T.43 T.19 C.24 C.13 C.31 C.36 T.25
1.11 1.33  1.6 1.38 1.11  1.1 1.12  1.4 1.48 1.18
```

The `fullmatch` documentation is somewhat brief on the usage of the `data` argument. We will improve it in the next version:

```
data: Optional \code{data.frame} or \code{vector} to use to get order
of the final matching factor. If a \code{data.frame}, the \code{rownames}
are used. If a vector, the \code{names} are first tried, otherwise the contents
is considered to be a character vector of names. Useful to pass if you want to
combine a match (using, e.g., \code{cbind}) with the data that were used to
generate it (for example, in a propensity score matching).
```

What is most unclear in this help text is a more precise definition of where the `data` argument should come from; it is not the same as the `distance` argument! For this problem, either X or R (the original data and the rank transformed version) are valid choices. If the user were fitting a model it would look something like this:

```
> XZ <- data.frame(X, Z)
> rownames(XZ)[1:10]
```

```
  [1] "C.10" "T.39" "T.14" "T.43" "T.19" "C.24" "C.13" "C.31" "C.36" "T.25"

> fm <- fullmatch(match_on(glm(Z ~ X, data = XZ, family = binomial)), data = XZ)
> names(fm)[1:10]

  [1] "C.10" "T.39" "T.14" "T.43" "T.19" "C.24" "C.13" "C.31" "C.36" "T.25"

>
```

Future improvements to `optmatch` will be smarter about finding the `data` argument if possible and helping users avoid some of the nested calls (`match_on(glm(...))`) for common use cases.

2   Using Guo's data directly

```
> library(foreign)
> set.seed(10)
> cds <- read.dta("opt.dta")
> attach(cds)
> prank <- rank(ps)
> names(prank) <- id
> d1 <- outer(prank[aodserv==1], prank[aodserv==0], "-")
> d1 <- abs(d1)
> d1[1:3, 1:3]

     2    3    6
1 2283 1263  542
5 1886  866  145
8  354  666 1387

> #variable match, (vm1 - at least 1 at most 4)
> vm1 <- fullmatch(d1,min.controls=1,max.controls=4)
> vm1

    1     5     8     9    15    23    45    50    64    67    85    99   101   160   164   188
 <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>
  189   198   203   204   210   211   220   221   226   228   231   236   237   244   253   297
 <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>
  306   315   329   368   384   396   397   400   402   408   427   451   460   473   477   483
 <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>
  485   525   535   546   552   553   566   590   605   621   623   633   667   673   678   682
 <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>
  685   689   732   763   780   786   790   795   800   816   825   844   847   856   861   878
 <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>
  887   899   952   956   960   970   971   979   982  1002  1009  1011  1014  1017  1025  1027
 <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>  <NA>
 1028  1032  1037  1044  1057  1063  1086  1089  1093  1096  1121  1140  1147  1154  1174  1217
```

```
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1218 1221 1256 1261 1282 1285 1286 1289 1306 1308 1350 1380 1404 1443 1460 1470
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1490 1497 1516 1578 1614 1648 1650 1660 1666 1672 1680 1701 1720 1726 1751 1788
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1797 1815 1818 1846 1870 1872 1892 1918 1930 1937 1940 1981 2004 2007 2010 2012
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2020 2049 2056 2084 2086 2093 2121 2142 2145 2160 2174 2182 2217 2221 2228 2233
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2246 2273 2281 2290 2297 2310 2317 2328 2373 2378 2384 2408 2410 2412 2443 2464
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2478 2493 2499 2509 2526 2528 2533 2534 2537 2542 2579 2586 2595 2598 2603 2606
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2620 2641 2645 2656 2661 2662 2686 2691 2731 2744 2751 2756 2757 2759 2761 2783
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2787 2788 2823 2833 2849 2866 2883 2886 2891 2894 2904 2905 2907 2921 2931 2975
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2993 3019 3042 3044 3064 3069 3091 3116 3131 3132 3138 3143 3179 3186 3197 3200
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3202 3229 3233 3246 3251 3258 3273 3279 3287 3329 3336 3362 3373 3380 3381 3394
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3407 3419 3449 3459 3460 3492 3498 3519 3521 3539 3546 3559 3562 3565 3586 3594
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3614 3615 3629 3637 3653 3654 3657 3660 3663 3674    2    3    6    7   10   11
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
  12   14   18   20   21   22   24   26   27   28   30   31   32   33   34   35
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
  37   38   39   40   41   42   46   47   48   51   55   56   59   62   63   66
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
  68   69   72   74   75   76   77   78   79   81   82   83   86   88   89   90
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
  91   93   94   95   96   97   98  102  103  104  105  106  108  110  112  113
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 114  115  116  118  119  120  122  125  128  129  130  131  132  133  136  137
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 138  139  140  142  145  146  147  148  149  150  151  152  153  154  155  156
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 158  159  162  163  166  167  169  172  175  177  178  179  180  181  182  183
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 184  187  191  192  193  195  196  201  205  207  208  209  212  213  214  216
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 217  218  222  223  230  233  234  235  238  239  240  241  242  245  246  247
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 248  249  250  254  256  257  258  261  262  263  265  269  270  271  272  274
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 276  277  278  279  283  284  285  286  287  288  289  290  291  292  293  294
```

<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
295	296	298	299	302	303	305	307	308	310	311	312	313	314	316	317
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
318	319	320	321	323	324	326	327	328	330	331	332	337	339	340	341
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
342	344	345	346	348	350	351	352	353	354	355	356	358	359	360	361
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
362	363	365	366	367	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
381	387	388	389	391	399	404	406	407	409	410	412	413	414	416	417
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
418	420	421	422	423	424	425	426	428	429	431	432	433	434	435	436
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
438	440	442	444	445	446	447	452	454	456	457	458	459	462	463	464
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
466	467	468	469	470	471	472	474	475	476	478	479	480	481	482	484
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
486	487	488	489	490	491	492	493	495	498	499	500	501	503	505	506
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
507	509	511	512	513	514	515	516	517	521	522	523	524	527	528	529
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
531	532	533	536	537	540	541	542	543	544	545	547	548	549	550	551
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
554	555	556	558	559	563	564	565	568	569	570	571	576	577	578	579
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
580	581	582	583	584	585	587	589	591	592	594	595	596	598	599	600
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
601	602	606	608	610	611	612	613	614	615	616	617	620	622	625	626
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
627	630	632	635	636	637	638	642	643	644	645	647	648	649	650	651
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
652	653	654	655	656	657	658	659	660	662	663	664	666	669	671	672
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
676	677	679	680	683	684	686	687	688	691	693	694	695	696	698	700
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
701	704	705	706	707	708	709	710	711	713	714	716	717	719	720	721
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
722	723	724	725	727	729	730	731	734	736	737	739	740	744	745	746
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
747	749	750	751	752	753	754	756	758	761	762	764	765	766	767	768
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
769	770	772	774	775	776	777	778	779	781	782	783	787	792	793	794
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
796	798	799	802	803	804	806	809	811	812	813	814	815	817	818	819
<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>	<NA>
821	824	826	828	829	830	831	833	834	835	836	837	840	841	842	845

```
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 846  849  850  851  852  853  854  855  857  858  859  860  862  863  867  868
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 869  870  874  875  876  879  881  883  884  885  886  888  889  890  891  892
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 893  894  895  897  898  900  901  902  903  904  905  906  907  908  909  910
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 911  912  913  914  915  916  917  918  920  921  922  923  925  926  927  928
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 929  930  934  935  938  939  940  941  945  947  949  950  953  955  958  959
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 961  963  964  967  968  973  975  976  977  978  980  984  985  986  987  988
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
 989  990  991  992  993  995  996  997  999 1000 1001 1003 1004 1005 1007 1008
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1010 1013 1015 1016 1018 1020 1030 1033 1035 1036 1038 1039 1040 1041 1042 1043
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1045 1046 1047 1048 1051 1053 1055 1056 1058 1059 1061 1062 1064 1065 1067 1068
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1069 1070 1071 1072 1073 1076 1077 1078 1079 1080 1082 1084 1085 1087 1090 1091
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1092 1094 1095 1097 1099 1100 1101 1103 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1113
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1114 1115 1116 1117 1118 1122 1123 1124 1126 1127 1128 1130 1132 1134 1135 1136
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1137 1138 1139 1141 1144 1146 1148 1149 1150 1152 1155 1157 1158 1159 1161 1162
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1163 1164 1166 1167 1168 1169 1171 1172 1173 1176 1178 1179 1180 1182 1183 1184
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1185 1188 1189 1191 1192 1193 1194 1196 1197 1198 1200 1202 1203 1204 1206 1207
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1219 1220 1222 1223 1225 1226 1227
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1228 1229 1230 1232 1233 1236 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1249 1250 1251 1252 1253 1254 1257 1258 1260 1264 1265 1266 1267 1270 1271 1274
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1275 1277 1278 1279 1281 1283 1284 1290 1291 1292 1294 1295 1296 1297 1298 1299
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1300 1302 1303 1304 1305 1309 1310 1311 1312 1315 1318 1319 1320 1321 1323 1324
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1325 1326 1327 1328 1331 1332 1333 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1343 1344
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1345 1347 1349 1351 1353 1354 1355 1356 1358 1359 1360 1361 1363 1365 1367 1370
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1372 1373 1374 1375 1376 1377 1379 1381 1384 1386 1388 1389 1390 1391 1394 1395
```

```
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1416 1417 1418 1420 1421 1424 1426 1427 1428 1429 1431 1435 1436 1438 1439 1440
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1441 1444 1445 1447 1448 1450 1451 1452 1453 1455 1457 1458 1459 1464 1466 1467
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1471 1472 1474 1477 1478 1479 1481 1482 1483 1484 1485 1489 1491 1494 1496 1500
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1501 1502 1503 1504 1505 1506 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1517 1518
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1529 1530 1531 1533 1534 1536 1537 1539
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1541 1542 1543 1544 1545 1546 1548 1549 1550 1551 1552 1554 1555 1556 1557 1558
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1561 1562 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1573 1574 1575 1577 1580 1581
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1582 1584 1585 1587 1588 1589 1593 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1605 1607
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1608 1610 1611 1612 1613 1615 1616 1618 1621 1622 1626 1628 1629 1630 1632 1633
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1651 1652
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1654 1656 1658 1659 1661 1663 1668 1669 1671 1673 1675 1676 1677 1679 1681 1682
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1683 1685 1691 1693 1695 1697 1698 1699 1702 1704 1705 1706 1707 1708 1710 1711
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1713 1714 1715 1716 1718 1719 1724 1725 1727 1728 1729 1730 1731 1733 1734 1735
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1736 1737 1738 1739 1740 1742 1744 1745 1746 1747 1749 1750 1752 1753 1754 1755
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1757 1759 1760 1761 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1770 1771 1773 1774 1776 1777
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1778 1780 1781 1782 1783 1784 1789 1790 1792 1793 1794 1795 1796 1798 1799 1801
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1811 1812 1813 1814 1816 1819 1820 1823 1825
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1835 1836 1840 1841 1842 1843 1844 1845
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1858 1859 1862 1863 1865 1868 1871
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1873 1874 1875 1876 1877 1879 1882 1883 1885 1887 1888 1889 1890 1894 1895 1897
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1916 1917 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1928 1929 1931 1933 1938 1939
```

```
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1941 1942 1944 1946 1948 1949 1950 1952 1953 1954 1955 1956 1959 1960 1962 1963
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1964 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1974 1976 1978 1980 1982 1984 1986 1987
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
1988 1989 1990 1991 1992 1997 1998 1999 2000 2001 2003 2006 2008 2009 2011 2013
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2014 2015 2017 2019 2021 2023 2024 2026 2027 2032 2036 2037 2038 2040 2041 2044
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2045 2046 2047 2052 2053 2054 2057 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2067 2068
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2069 2070 2071 2072 2073 2074 2077 2078 2079 2080 2081 2083 2085 2088 2089 2090
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2091 2092 2094 2096 2097 2099 2100 2101 2102 2104 2105 2106 2107 2109 2110 2111
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2112 2118 2122 2125 2126 2128 2131 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2141 2143 2144
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2146 2147 2148 2149 2150 2151 2153 2154 2155 2156 2158 2159 2161 2162 2165 2166
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2167 2168 2170 2172 2173 2176 2179 2183 2184 2189 2190 2191 2192 2193 2195 2196
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2200 2201 2203 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2213 2214 2215 2216 2218 2219 2223
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2224 2225 2226 2229 2231 2232 2234 2235 2236 2237 2238 2241 2242 2243 2244 2245
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2247 2248 2249 2251 2253 2254 2255 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2265 2266 2267
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2268 2269 2270 2271 2272 2274 2275 2277 2278 2279 2280 2285 2286 2287 2288 2291
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2292 2293 2294 2295 2296 2298 2300 2301 2302 2303 2305 2306 2307 2308 2311 2312
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2313 2314 2315 2316 2318 2319 2320 2322 2323 2324 2326 2327 2329 2331 2334 2335
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2355
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2364 2365 2367 2368 2370 2372 2374 2375 2376
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2377 2379 2380 2381 2382 2383 2386 2387 2388 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2397 2400 2402 2404 2405 2406 2407 2409 2411 2414 2415 2416 2417 2418 2421 2422
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2423 2425 2426 2429 2430 2432 2433 2434 2435 2438 2439 2440 2441 2442 2445 2446
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2458 2459 2460 2461 2462 2466 2471
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2472 2476 2477 2480 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2491 2492 2494 2495 2498 2501
```

```
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2502 2505 2507 2508 2510 2511 2514 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2524 2529
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2530 2531 2532 2535 2539 2540 2541 2544 2545 2546 2547 2548 2550 2551 2553 2554
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2557 2558 2561 2563 2564 2566 2569 2570 2572 2573 2574 2576 2577 2578 2580 2581
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2582 2584 2588 2590 2591 2593 2594 2597 2600 2601 2604 2605 2607 2608 2609 2610
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2611 2613 2614 2615 2616 2618 2623 2624 2627 2628 2629 2630 2631 2632 2633 2634
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2636 2637 2638 2639 2640 2642 2643 2644 2646 2649 2651 2653 2654 2655 2657 2658
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2659 2660 2663 2664 2665 2667 2668 2670 2671 2673 2674 2675 2676 2677 2678 2681
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2682 2683 2685 2687 2689 2690 2692 2693 2694 2696 2697 2698 2700 2701 2702 2703
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2705 2707 2708 2709 2712 2713 2714 2715 2718 2719 2720 2721 2722 2727 2728 2729
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2730 2732 2733 2739 2740 2742 2747 2748 2750 2752 2755 2758 2760 2763 2764 2765
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2766 2768 2770 2771 2772 2773 2774 2775 2777 2778 2779 2780 2781 2782 2784 2785
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2786 2789 2790 2791 2792 2793 2794 2795 2796 2797 2798 2800 2801 2802 2803 2805
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2806 2808 2809 2810 2811 2812 2813 2816 2818 2819 2820 2822 2824 2825 2826 2827
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2829 2832 2834 2835 2836 2839 2840 2843 2844 2846 2847 2848 2850 2851 2852 2853
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2854 2856 2857 2859 2860 2861 2862 2864 2865 2867 2868 2869 2870 2871 2872 2873
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2874 2875 2876 2878 2879 2880 2881 2882 2884 2887 2888 2889 2890 2892 2895 2896
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2897 2899 2900 2901 2902 2908 2909 2910 2911 2912 2913 2914 2915 2916 2917 2920
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2922 2923 2924 2925 2926 2927 2929 2930 2932 2933 2934 2935 2936 2937 2941 2942
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2943 2944 2945 2946 2947 2948 2949 2951 2952 2954 2955 2956 2957 2958 2959 2962
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2965 2966 2967 2969 2972 2973 2974 2976 2978 2979 2981 2982 2984 2985 2986 2988
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
2989 2991 2995 2996 2997 2998 2999 3002 3003 3004 3008 3010 3012 3014 3016 3017
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3020 3021 3022 3023 3024 3025 3026 3028 3029 3030 3031 3032 3033 3034 3035 3037
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3038 3040 3041 3043 3047 3048 3049 3051 3054 3055 3058 3059 3061 3062 3063 3066
```

```
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3068 3070 3071 3072 3073 3074 3075 3076 3078 3079 3080 3081 3082 3083 3085 3086
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3087 3088 3092 3094 3097 3098 3099 3100 3102 3103 3104 3105 3107 3108 3109 3110
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3111 3112 3114 3115 3117 3119 3120 3121 3122 3123 3124 3125 3126 3128 3129 3134
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3135 3137 3140 3141 3144 3145 3146 3147 3148 3149 3150 3151 3152 3153 3155 3156
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3157 3158 3160 3162 3163 3164 3165 3166 3167 3168 3169 3170 3171 3172 3173 3174
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3175 3176 3177 3178 3180 3182 3183 3184 3185 3187 3189 3190 3191 3192 3193 3194
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3195 3196 3201 3204 3207 3209 3210 3211 3212 3213 3214 3215 3216 3218 3219 3222
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3226 3227 3228 3230 3231 3232 3234 3235 3236 3238 3239 3241 3242 3244 3245 3248
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3249 3250 3252 3254 3255 3256 3257 3259 3262 3263 3265 3266 3267 3268 3269 3270
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3274 3275 3276 3277 3278 3280 3282 3288 3289 3290 3292 3293 3294 3295 3296 3297
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3298 3299 3301 3302 3303 3304 3306 3307 3308 3309 3310 3311 3312 3313 3315 3316
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3318 3319 3320 3321 3322 3326 3327 3330 3331 3332 3333 3334 3335 3338 3339 3340
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3341 3343 3344 3345 3346 3347 3348 3349 3350 3352 3354 3355 3356 3357 3359 3361
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3363 3364 3365 3366 3367 3368 3369 3370 3371 3372 3374 3375 3376 3377 3378 3379
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3382 3384 3385 3386 3387 3388 3389 3390 3391 3392 3393 3395 3396 3397 3398 3400
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3401 3402 3404 3406 3408 3409 3410 3411 3413 3415 3416 3417 3418 3420 3422 3423
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3424 3425 3426 3427 3428 3429 3430 3432 3433 3434 3436 3437 3438 3440 3441 3443
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3444 3445 3446 3447 3448 3452 3456 3457 3461 3462 3463 3464 3465 3468 3469 3470
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3473 3475 3476 3478 3480 3481 3482 3483 3485 3486 3487 3488 3489 3491 3493 3494
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3495 3496 3497 3499 3501 3502 3503 3504 3507 3508 3510 3511 3513 3515 3516 3520
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3522 3523 3524 3525 3526 3527 3528 3531 3532 3533 3534 3535 3537 3538 3541 3542
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3543 3544 3545 3547 3548 3550 3551 3552 3553 3555 3556 3558 3560 3561 3563 3564
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3566 3568 3569 3570 3571 3573 3574 3577 3578 3579 3580 3581 3582 3583 3584 3585
```

```
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3587 3588 3589 3590 3591 3592 3593 3595 3596 3597 3599 3600 3601 3603 3604 3605
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3607 3608 3610 3612 3616 3617 3618 3619 3620 3621 3622 3624 3627 3628 3630 3631
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3632 3634 3636 3638 3639 3641 3642 3643 3644 3646 3647 3648 3649 3650 3651 3652
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3655 3656 3659 3661 3662 3664 3665 3666 3667 3668 3670 3673 3675 3678 3679 3681
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>
3682 3684 3685 3686 3687 3688
<NA> <NA> <NA> <NA> <NA> <NA>

> (vm1.d <- matched.distances(vm1,d1,pres=TRUE))

logical(0)
```

3 New Syntax

There many new improvements to the distance creation tools in optmatch _0.8. Specifically, the match_on function provides some convenient short cuts for common distance creation techniques. In addition creating distances from GLM objects (seen above), functions, and formulas (using Mahalanobis or Euclidean distance), this function also has a numeric method that performs absolute differences on a single dimension. Using the ranks from before, we can create the same distance matrix without using outer:

```
> D2 <- match_on(R, z = Z)
> all(D2 - D == 0)

[1] TRUE
```

(D2 is a child class of matrix, so to show that they are the same, I use subtraction and comparison to zero.)

One nice feature of the match_on.numeric is that for large problems where a caliper is required, the caliper value can be passed in and only the values that are less than the caliper will be computed, saving considerable computation time and memory.

```
> D[1:3, 1:3]

     C.10 C.24 C.13
T.39   10   45   29
T.14   38    3   19
T.43    1   36   20

> D3 <- match_on(R, z = Z, caliper = 20)
> optmatch:::as.matrix.InfinitySparseMatrix(D3)[ c("T.39", "T.14", "T.43"), c("C.10", "C.24
```

```
         control
treated C.10 C.24 C.13
   T.39   10  Inf  Inf
   T.14  Inf    3   19
   T.43    1  Inf   20
```

In writing this up, I see a small bug: we didn't properly export the `as.matrix` method for the special objects that `match_on` produces. Rest assured this will be addressed in the next maintenance release.

A   R Session Info

```
> sessionInfo()

R version 2.15.2 (2012-10-26)
Platform: x86_64-apple-darwin12.2.1 (64-bit)

locale:
[1] en_US.UTF-8/en_US.UTF-8/en_US.UTF-8/C/en_US.UTF-8/en_US.UTF-8

attached base packages:
[1] stats     graphics  grDevices utils     datasets  methods   base

other attached packages:
[1] foreign_0.8-51 optmatch_0.8-1

loaded via a namespace (and not attached):
[1] tools_2.15.2
```